
* સરલ પદાર્થવિજ્ઞાન. *
* કીંમત ૭ આના. *

૬૪૫૯

ગોપાળરાવ હરિ દેશમુખ અંચાળા નંબર. ૩.

સરલ પદાર્થવિજ્ઞાન.

રચનાર,

ડાહ્યાભાઈ પિતાંબરદાસ દેરાસરી.

છપાવી પ્રસિદ્ધ કરનાર,

ગુજરાત વર્નાક્યુલર સોસાયટી.

સર્વ હક્ક સોસાયટીએ સ્વાધીન રાખ્યા છે.

અમદાવાદ

દાણાપીઠામાં “ગુજરાત ગ્રેડેટ” પ્રેસમાં,

ચેતરામ હરીલાલે છાપ્યું.

સંવત ૧૯૫૩

સન ૧૯૫૬

કીમત ૭ આના,

ગોપાળરાવહરિ દેશમુખ સમારક ગ્રંથમાળાને ઉપોદ્ધાત.

આ ગૃહસ્થ પ્રથમ ૧૮૬૨ માં અત્રે આસિસ્ટન્ટ જડજ થઈને આવ્યા, અને ફરીને ૧૮૬૭ થી ૧૮૭૬ સુધી સમાલકાજ કાર્ટના જડજ તરીકે તેઓ આ શહેરમાં રહ્યા. તેમની શાંત પ્રકૃતિ, દયાળુ સ્વભાવ, પરોપકાર વૃત્તિ, અને સ્વદેશ સેવામાં તત્પરતા, એ વગેરે સદ્ગુણોથી તેઓ અતિ લોકપ્રિય થયા હતા. ૧૮૭૨ થી ૧૮૭૫ સુધી ગુજરાત વર્નાક્યુલર સોસાયટીના તેઓ સેક્રેટરી હતા. તેમની બદલી ૧૮૭૬ માં અત્રેથી નાસિકના જાણીત જડજ તરીકે થઈ ત્યારે તેમનું અત્રે સમારક રાખવાને લોકોએ એક ફંડ એકઠું કર્યું. દેશી કારીગિરી કે દેશી હુન્નરને ઉત્તેજન મળે એવી બાબતોમાં ખર્ચવા માટે તે ફંડ ગુજરાત વર્નાક્યુલર સોસાયટીને સોંપવામાં આવ્યું છે. તે રૂ ૧૫૦૦) નું છે. તેમાંથી આજ સુધી નીચેનાં પુસ્તક પ્રકટ કરવામાં આવ્યાં છે.

૧ ગુજરાતની હાલની ખેતીવાડીનું વર્ણન.

૨ પરદેશમાં થતો માલ આપણા દેશમાં તૈયાર કરવા શા ઉપાય યોજવા.

૩ સરળ પદાર્થ વિજ્ઞાન.

આ શિવાય નીચેની બાબતોમાં ઇનામ આપવામાં આવ્યાં છે.

૧ અમેરિકન કપાસ તૈયાર કરવા માટે.

૨ રેલ્વે લેવાનું વિસ્તારતી જોડું એરંડીયું તૈયાર કરવા માટે.

૩ કારખોલિક એસિડ સોપ તૈયાર કરવા માટે.

અનુક્રમણિકા.

વિષય.	પૃષ્ઠ.
પદાર્થવિજ્ઞાનનો અર્થ-એમાં આવતી બાબતો.....	૧
જ્ઞાન મેળવવાનાં મુખ્ય સાધનો.....	૨
પદાર્થ અને પ્રકૃતિ	૩
પદાર્થના ધર્મ, તેનો અર્થ-મુખ્ય ધર્મોનાં નામ અને તેની વ્યાખ્યા	૨
નિર્ભેદતા પ્રયોગ ૧.....	૩
પરિમેયતા, વિસ્તાર અગર આકારમાત્ર-પ્ર-૨.....	૪
વિભાજ્યત્વ-પ્ર. ૩	૫
ગતિ-પ્ર. ૪.....	૫
વેગ જણાવવાને અગત્યની બાબતો.....	૬
બળ-પ્ર. ૫.....	૭
માર્ગ કિંવા દાબ-પ્ર. ૬.....	૮
બળની સમ્માનતા (સમતુલ્યતા) પ્ર. ૭.....	૮
ટકા પાસેથી બળ લગાડવાની જગા જેમ દૂર તેમ તે પદાર્થ ઉચ્ચવાને સહેલો પડે છે.....	૯
મુખ્ય મુખ્ય કુદરતી શક્તિઓ (૧) ગુરુત્વાકર્ષણ.....	૯
સંઘર્ષાકર્ષણ	૧૧
રસાયનાકર્ષણ અથવા રેનેહાકર્ષણ.....	૧૧
ગુરુત્વસંઘર્ષ અને રસાયનાકર્ષણનો ઉપયોગ.....	૧૧
આકર્ષણની વધવટ	૧૨

નિયમ.	૫૯.
પાણીમાં સંબંધાકર્ષણ છે તેની સિદ્ધતા.....	૧૩
પદાર્થની મજબૂતી.....	૧૩
ધર્મણ અથવા ધસારો.....	૧૪
ગુરુત્વમધ્યબિંદુ.	૧૫
ગુરુત્વમધ્યબિંદુ શોધવાની રીત.....	૧૫
વાંઠાચૂંકા પદાર્થનું ગુરુત્વમધ્યબિંદુ શોધવાની રીત.....	૧૬
ગુરુત્વમધ્યબિંદુ સંબંધી ત્રણ મુખ્ય નિયમો.....	૧૭
પદાર્થનું આધારમધ્ય	૧૮
ત્રાજવાં.....	૧૯
પ્રવાહી પદાર્થના ધર્મ--પ્રવાહી પદાર્થ દબાવાતા નથી....	૨૦
પ્રવાહી પદાર્થપર કરેલું દબાણ સધળી દિશામાં લાગેછે.....	૨૧
પ્રવાહી પદાર્થનું દબાણ ઓછી વત્તી સપાટી પ્રમાણે ઓછું વત્તું થાયછે.....	૨૧
પ્રવાહી પદાર્થનું દબાણ ઊંડાણપર પણ આધાર રાખેછે.....	૨૪
પ્રવાહી પદાર્થની સપાટી હમેશા ક્ષિતિજસમસત્ર હોયછે.....	૨૫
પ્રવાહી હમેશા સરખી સપાટી કરેછે.....	૨૭
પાણીની ખીન્ન પદાર્થને ઉચકવાની શક્તિ.....	૨૮
પદાર્થ તરવા સંબંધી નિયમો.....	૩૧
ખીન્ન પ્રવાહિઓની ઉચકવાની શક્તિ.....	૩૧
પદાર્થની નળાઈ (ઘટત્વ) શોધવાની રીત.....	૩૨
આર્કિમિડીસે શોધેલું પદાર્થનું વિશિષ્ટ ગુરુત્વ.....	૩૩
કેશાકર્ષણ.....	૩૪

ત્રિપથ.	૫૯.
વાયુરૂપ પદાર્થના ધર્મ—વાયુરૂપ પદાર્થનું પ્રતિસારકપણું...	૭૫
વાયુશોષક યંત્ર.....	૭૬
વાયુપૂરક યંત્ર.....	૭૯
વાયુનું વર્જન.....	૭૯
પ્લેગ વાયુરૂપ પદાર્થનું વર્જન.....	૮૦
વાતાવરણનું દબાણ.....	૮૧
વાતાવરણનું દબાણ સમતોલનપણાને લીધે લાગતું નથી.....	૮૪
બારમાપકયંત્ર—“બારેમિટર”	૮૬
બારમાપકયંત્ર—વાયુગુરુત્વ માપક યંત્રનો ઉપયોગ.....	૮૮
પાણીના બંબા.....	૮૯
ગતિમાન (ચલિત) પદાર્થ—પદાર્થની કર્તૃત્વશક્તિ અને કામ.૫૪	
પદાર્થની કર્તૃત્વશક્તિ અથવા કામ કરવાની યોગ્યતા.....	૫૫
સ્થળ પ્રમાણે કામ કરવાની યોગ્યતા.....	૫૬
જૂતિના બે પ્રકાર.	૫૮
કંપિત પદાર્થ (આંદોલમાન પદાર્થ) પદાર્થનું આંદોલન.....	૫૯
પદાર્થનાં કંપનથી પાણીમાં થતી લેહર અને હવામાં થતી	
લેહરમાં તફાવત.	૬૦
અવાજ અને સ્વર.	૬૦
સંવર્તન ચક્ર—.....	૬૨
અવાજને લઈ જવાને વાતાવરણ જોઈએ... ..	૬૪
અવાજની ગતિ.....	૬૫
પડધો.....	૬૬
અવાજની કર્તૃત્વશક્તિ.....	૬૭

નિયમ.	પૃષ્ઠ.
ગરમ અને પ્રકાશિત પદાર્થના ધર્મ—ગરમી અને પ્રકાશ એટલે શું ?	૬૮
ભૂત ભરેલા દેખાવ.....	૬૯
ગરમીથી પદાર્થ પ્રસારણ પામે છે, એટલે કૂલે છે	૭૧
ઉષ્ણતામાપક યંત્ર.....	૭૨
ઉષ્ણતામાપક યંત્રથી ગરમીનું માપ.....	૭૪
ઉષ્ણતામાપક યંત્રની ખનાવટ અને તેના જૂદા જૂદા પ્રકાર...	૭૪
પદાર્થના પ્રસરણવિષે વધારે માહિતી	૭૬
ધન પદાર્થ કરતાં પ્રવાહી વધારે વધે છે.	૭૮
સખળાના કરતાં વાયુરૂપ પદાર્થ વધારે વધે છે	૭૮
પ્રસરણના નિયમને અપવાદ.	૭૮
પ્રસારણ સંબંધી વધારે હકીકત	૭૯
પદાર્થને વિશેષ ઉષ્ણતા અથવા ગરમી લેવાની શક્તિ.....	૮૦
રૂપાંતર.....	૮૧
થંડક એટલે શું	૮૪
ગરમી અને ગુપ્ત ગરમી.....	૮૬
વરાળની ગુપ્ત ગરમી	૮૬
આબ્જગત.	૮૭
વરાળ વિષે ભૂતભરેલી સમજ	૮૮
પાણીનું ઉકળવું.	૮૯
પાણી ઉપર જેમ વધારે દબાણ તેમ તેને ઉકળવાને વધારે ગરમી જોઈએ છીએ.....	૮૯
પાણી ઉપરનું દબાણ જેમ ઓછું થાય છે તેમ તેને ઉકળવાને	

વિષય.	પૃષ્ઠ.
ઘોછી ગરમી જોઈએ.....	૯૧
પદાર્થનું રૂપાંતર થતાં તેના કદમાં પણ ફેરફાર થાયછે.....	૯૨
ગરમી અને આકર્ષણ એક બીજાથી ઉલટાં છે.....	૯૩
ગરમીથી થતી ક્રિયાઓ.....	૯૩
ગરમીનો ઉપયોગ.....	૯૪
રસાયનિક મિશ્રણ થતાં કેટલીકવાર ગરમી અને કેટલીકવાર થંડક ઉત્પન્ન થાય છે,	૯૫
દયેળીમાં થંડો પદાર્થ મૂકતાં થંડક શાકારણથી જાણાયછે. ...	૯૫
પાણીનો એક ગમત બરો પ્રયોગ.....	૯૬
ઉનાળામાં માટીના બેડામાં પાણી રાખવાનું કારણ... ..	૯૬
ગરમીનું પ્રસરણ.....	૯૭
ઉષ્ણતાવાદક અને મંદવાદક પદાર્થો.....	૯૮
મંદવાદક પદાર્થોની જરૂર-તેનો ઉપયોગ.....	૯૮
ગરમીનો પ્રવાહ, એટલે બીજા પ્રવાહની જોડે મળી તેનું વહેવું.	૯૯
પાણી ગરમીના સાધારણ નિયમનો એક અપવાદ.....	૧૦૧
મહાસાગરોમાં વહન થવાનું કારણ.....	૧૦૨
વાતાવરણમાં વહન થવાનું કારણ.....	૧૦૨
ગરમી અને પ્રકાશનું સીધી લીટીમાં ફેકાવું.....	૧૦૩
ગરમી અને પ્રકાશ એક જ છે.....	૧૦૪
સ્વપ્રકાશક અને પરપ્રકાશક પદાર્થો.....	૧૦૫
પદાર્થને આપણે શી રીતે જોઈ શકીએ છીએ.....	૧૦૫
કિરણનું પરાવર્તન	૧૦૬
દેખોતી બૂલ	૧૦૮

વિષય.	પૃષ્ઠ.
પદાર્થનો દર્શક ખુણો.....	૧૦૯
અંતર્ગોળ અને બાહ્યગોળ આરસી.....	૧૧૦
સપાટ આરસામાં જોતાં દેખાવ.....	૧૧૦
અંતર્ગોળ આરસામાં જોતાં દેખાવ.....	૧૧૧
કિરણોનું વક્રીભવન.....	૧૧૩
ત્રણપાસાવાળો મિલોર.....	૧૧૫
રમળીયામાં આવતા કિરણ માંહેના રંગ.....	૧૧૬
ઇન્દ્રધનુષ્ય	૧૧૭
સુરજનાં કિરણોનું પૃથક્કરણ.....	૧૧૮
લેન્સ કાચ.....	૧૧૮
આપણે કેવી રીતે જોઈ શકીએ છીએ.....	૧૨૧
બાહ્યગોળ કાચથી દેવતા સળગે છે.....	૧૨૨
કિરણ	૧૨૩
પ્રકાશનો વેગ.....	૧૨૪
સૂક્ષ્મદર્શક કાચ.....	૧૨૫
દૂરબીન.....	૧૨૫
કર્તૃત્વશક્તિ.	૧૨૬
વિદ્યુત્પદાર્થ—વિદ્યુત્ અથવા વિજળી.....	૧૨૭
વિદ્યુદ્વાદક અને વિદ્યુતરોધક.....	૧૨૮
વિજળીના બે પ્રકાર.....	૧૨૮
જૂદી જૂદી જાતની વિજળીવાળા પદાર્થો એક બીજા તરફ આકર્ષાય છે અને એક જ જાતની વિજળીવાળા પદાર્થો એક	

નિર્ધય.	૫૯.
ખીજથી દૂર જાયછે.....	૧૩૧
વિજળી પેદા કરનારૂં યંત્ર.....	૧૩૩
વિજળીનો ચમકારો.....	૧૩૬
વિજળી બરેલા પદાર્થ.....	૧૩૬
છત્રેછત્રેફોરસ નામનું વિજળી પેદા કરનારૂં યંત્ર.....	૧૩૮
લેડનગ્ગર.....	૧૪૧
વિજળીનો વેગ.....	૧૪૩
વિજળીનો ધક્કો.....	૧૪૪
રસાયનિક વિજળી.....	૧૪૫
વોલ્ટાની જનાવેટ્ટી વિજળીની બેટરી.....	૧૪૬
આવની બેટરી.....	૧૪૭
વિજળીથી થતા લાભ.....	૧૪૮
વિજળીના પ્રવાહથી ટોળ ચડાવાય છે.....	૧૫૦
• વિજળીવડે લોહચુંથક જતાવાય છે.....	૧૪૧
હોકાયંત્ર અથવા ધ્રુવની માછલી.....	૧૫૨
તાર.....	૧૫૩
ધ્રુવરાવર્તન.....	૧૫૪

સરળ પદાર્થવિજ્ઞાન.

—૦૦૨૦:૦૦—

પદાર્થ વિજ્ઞાનનો અર્થ એમાં આવતો બાબતો. છોકરાઓ, તમે નિશાળમાં ઇતિહાસ, ભૂગોળ, વાયન, ગણિત ઇત્યાદિ રોજ રોજ શીખો છો, પરંતુ આપણી આજુબાજુ જે કુદરતી પદાર્થો છે તે વિશે તમે કંઈએ જાણો છો ? તમને એવા કુદરતી પદાર્થ વિશે કંઈ કંઈ કહેવાની મને ઇચ્છા થઈ છે.

ગઈ કાલે રાત્રે આકાશ કેવું સ્વચ્છ અને વાદળો વગરનું હતું ? પવન કેવો ધીમે ધીમે વાતો હતો ? ચંદ્ર કેવો રૂપાના પત્રા જેવો ચળકતો હતો ? અને ચાંદનીને લીધે બહુ જગત કેવું જાણે રૂપાના ચળકતા પાણીમાં નહાયું હોય નહિ એવું દેખાતું હતું ? પરંતુ આજેજ જુઓ, તેજ સ્વચ્છ આકાશ કેવું વાદળોથી છવાઈ ગયું છે ? ચંદ્ર કેવો સંતાઈ ગયો છે ? એતરફ તડકામાં આરસી ચળકે એમ વિજળી કેવી ચમકી રહી છે ? પવનના સુસવાટો તો સાંભળો ! વાદળમાં ગર્જનાનો અવાજ કેવો સાંભળાય છે ? અહા ! જુઓ આ મોટાં મોટાં ફેરો પડવાં લાગ્યાં ! અરે, આ તો વરસાદ તૂટી પડ્યો ! જેમ કોઈ માણસ આનંદમાં ખેડું હોય, અને પછી એકદમ ગુસ્સે થઈ જાય, એજ પ્રમાણે કુદરતનો મિજાજ પણ ફરી ગયો જણાય છે ! પણ એમ એકાએક ફેરફાર કેમ થયો તે તમે જાણો છો ?

વાર એ તો ઠીક, પણ જુઓ, મારી પાસે આ એક સોપારી છે, તે હું તમારી અગાડી જમીનપર મૂકીને તે સોપારી પર એક પ-

મરો મૂકું છું. જુઓ, સોપારી એવીને એવી છે. હવે જુઓ, એનો એજ પથરો ચાર પાંચ હાથ ઉંચો કરીને સોપારી પર પડવા દઉં છું. અરે, એણે તો સોપારીને બાગી નાંખી? એમ કેમ થયું વાં? ઉંચેથી નીચે નાંખ્યો, તેથી કાંઈ પથરાના વજનમાં મેં કાંઈ ફેરફાર તો કર્યો નથી, તે છતાં નીચેની સોપારીના તો ટુકડે ટુકડા થઈ ગયા!

હવે આ દીવાસળીની પેટીમાંથી એક દીવાસળી લઇને તેને આ રમાલ ઉપર નાંખું છું. સળી રમાલ પડી રહી છે. હવે એજ સળીને એ પેટીની બાજુપર કાજો ને ખડખડો ભાગ છે તેના પર ધસું છું. અરે જુઓ, એ તો સળગી ગઈ! હવે જો તમારી ટોપી અથવા રમાલ ઉપર નાંખુ તો? એ કાળી જગાપર ધસ્યાથી સળી કેમ સળગી વાડે?

જ્ઞાન મેલવવાનાં મુખ્ય સાધનો:—ઉપર જે જે કહ્યું તેવા પ્રકારની બાજનો કેમ બનેછે, અને તેનાં પરિણામ શાં નિપજે છે, તે તમને સારી રીતે કહેતાં આવડવું જોઈએ. તમે એ બધી વાત જાણો, ને કહી શકો તે પહેલાં તમારે કેટલાક અનુભવ મેળવવો જોઈએ, ને તે ઉપર ખૂબ વિચાર કરવો જોઈએ. તમારે કેટલાક પ્રયોગ કરવા જોઈએ. અનુભવ, શોધ, અને પરીક્ષા એ જ્ઞાનનાં મુખ્ય સાધનો છે. આ પુસ્તકમાં હું તમને અનુભવ કેમ કેમ મેળવવો, શોધ કરવો, અને પરીક્ષા કેમ કરવી, એ બાબતો ટુકડામાં કહીશ. તમારે યરોબર ધ્યાન દઇને વાંચવું, અને જે જે બાબતોના પ્રયોગ કરવાના છે, તે પોતાની મેજે પોતાને હાથે કરી જોવા.

પદાર્થ અને પ્રકૃતિ:—ઉપર કહેલા વિષયપર હું તમને વાત કરવા માંડું તે પહેલાં તો તમને કેટલાક ખાસ શબ્દ

સમજાવવા જોઈએ. તમારા સામું આ માફ લાકડાનું ટેબલ છે. ટેબલ એ પદાર્થ છે, અને જેનું ટેબલ બન્યું છે તેને તેની પ્રકૃતિ એમ કહીશું. એટલે ટેબલ એ પદાર્થ અને લાકડું એ પ્રકૃતિ. તમારું અંગરખું એ પદાર્થ, અને ૩ એ એની પ્રકૃતિ. જુઓ, આ વનમાળીના હાથમાં વીંટી છે. એ વીંટી તે પદાર્થ, અને મોનું, એ એની પ્રકૃતિ. પદાર્થ અને પ્રકૃતિ એ શબ્દોનો અર્થ તો તમે સમજ્યા.

પદાર્થના ધર્મ, તેનો અર્થ—મુખ્ય ધર્મોનાં નામ અને તેની વ્યાખ્યા:—કાંઠપણુ પદાર્થને મનમાં લગીર સંભારીએ કે જોડે જોડેએના કેટલાક ગુણુ પણ યાદ આવે છે. પદાર્થ કાંઠપણુ જગા રોકેછે, અને જ્યાં સૂંઘી એ જગામાં એ પદાર્થ હોય, ત્યાંસૂંઘી એજ જગામાં ખીજે પદાર્થ રહી શકેજ નહિ. દાખલા તરીકે જુઓ, જેટલાં ભાગમાં તમે જાતે એકા છો તેજ ભાગમાં તમે હો, તે છતાં ખીજે કાંઠ એશી શકે? પદાર્થના આવા ગુણુને નિર્ભેદતા એવું નામ આપ્યું છે. વળી પદાર્થને કાંઠપણુ લંબાઈ, પહોળાઈ અને જડાઈ હોય છે. એટલે પદાર્થને કાંઠપણુ આકાર અને હદ અથવા પરિમાણુ હોયછે. આથી પદાર્થમાં “પરિમેયતા” કે “વિસ્તાર” કે “આકાર” છે એમ કહેવાયછે.

પદાર્થના નાના ટુકડા કરાય છે માટે પદાર્થમાં “વિભાજ્યત્વ” નામનો ધર્મ અથવા ગુણુ છે એમ કહીએ છીએ.

નિર્ભરતા પ્રયોગ—૧ —જુઓ, પાણી ભરેલા આ તપેલા-માં આ ખાલી શીશી બોળાંધું. ખુશીશીનું મોં મેં ઉધું રાખ્યું છે, તેનું કારણુ એકે તેમાંથી હવા નીકળી ન જાય. જુઓ, એક તળીઆ

મુધી લઇ જઈશું, તોપણ શીશીમાં પાણી નથી આવતું ! કેમ વાર ? શીશીમાં હવા છે તેથી પાણી નથી આવી શકતું; પણ શીશીમાં પાણી સહેજ થોડું બિયું ચડે છે. શીશીની અંદરની હવા દબાવાથી સંકોચાય છે, તેથી એમ બને છે. શીશીમાં મેં પહેલાંથી એક કીડી નાંખી છે એ જુઓ, જેમ બહાર ચાલતી હતી તેમજ શીશીમાં પણ આમથી તેમ ચાલે છે. પણ હવે જુઓ, શીશીનું મોં ચત્તું કર્યું અને પાણીમાં બોળી. આ તો પાણી તરત અંદર ગયું ? જાણ તો ! હવા જતી રહી એટલે પાણીથી જવાયું. આ ધર્મનું નામ નિર્બેધતા.

પારંગેદા, વિસ્તાર અગર આકારમાન. પ્ર૦ ૨

પદાર્થના આકાર એક સરખા નહોતાં જૂદાંજૂદા હોય છે. આકાર જૂદા જૂદા હોવા છતાં પણ તેમનાં આકારમાન એટલે આકારનાં માપ તો સરખાં એ હોય. જૂદી જૂદી જાતના આકાર પ્રમાણે તેમના માપને ધનદ્વિગ, ક્ષેત્રદ્વિગ, એવાં એવાં નામ આપ્યાં હોય છે.

એક ગાગરમાં જેટલું પાણી માય, તેટલુંજ પાણી એક જૂદા આકારના તપેલામાં પણ માય; અને તેટલું પાણી એક પથ્થરની બોખાંડી કુંડીમાં પણ માય. અહીં ગાગર, તપેલું, કુંડી, એના આકાર જૂદા જૂદા છતાં તેની પરિમેયતા અથવા વિસ્તાર સરખો છે, એમ દહેવાય.

આ એક વાંકોચુકો અને અખડગખડ જેવા આકારનો પથરો છે, તેનું આકારમાન કાઢવું છે. હું એને આ તપેલામાં મૂકું છું. હવે તપેલું પાણીથી છલોછલ ભરું છું. પછી પથરો બહાર કાઢું છું. પથરો જ્યારે પાણીમાં હતો, ત્યારે જેટલી જગામાં એ હતો, તેટલી જગામાં પાણી નહોતું. પથરો બહાર કાઢ્યો કે તે જગામાં પાણી આવી

ગયું, અને તપેલું આપણે છલોછલ ભર્યું હતું તેમાં પાણી ઘટ્યું. તમે સમજ્યાજ નહીં કે જેટલું પાણી ઘટ્યું તેટલું પથરાતું આકારમાન. વે વળી એક પવાલાવડે ભરી ભરીને તપેલું પહેલાના જેટલું ભરાય તેટલું તેમાં પાણી નાંખીએ તો પાંચ પવાલાં માયાં, તો પથરાતું આકારમાન પાંચ પવાલાં જેટલું થયું એ ખુલ્લું છે.

વિભાજ્યત્વ—મં ૩ પદાર્થના જોષ્ટએ તેટલા કકડા કરાય છે, એ તો સઘળા જાણે છે. પણ તે ભાગ નાના નાના થતાં આખરે કેવડા થાય છે, એની આપણને કાંઈ ગમ ન પડતી નથી. મારી પાસે આ થોડું દૂધ રહ્યું. હું એને આ પાણીથી ભરેલા તપેલામાં રેડી દઉં છું. જુઓ, દૂધ બધા તપેલામાં પસરી ગયું ! એનું એકેકું રજકણ કેટલું નાનું થયું હશે. અથવા ખીજે દાખલો લો. અત્તરની શીશી હું ઉઘાડું છું, એટલામાં તો તમને એની સુગંધી આવી. એ પ્રમાણે હું ઘણા દિવસ ઉઘાડી મૂકું તો તમને રોજ સુગંધી આવ્યે જશે, અને શીશીમાંથી તેલ એણું થયું જણાશે નહિ. તો કહો એ અત્તરનાં જે રજકણ તમારા નાકને અડીને સોડતાં હતાં, તે કેટલાં ઝીણાં હશે વાર ?

ગતિ:—મં ૪ ગતિ એટલે શું, એ તમારે બધાને પહેલું જાણવું જોઈએ. ગતિ એટલે સ્થાનાન્તર. જુઓ, આ પથરો અહીં પડ્યો છે, તે હાલતો ચાલતો નથી; પણ હું તેને આ ધડો મારું છું તો એણે પોતાની જગા કવી બદલી? એને ગતિ આવી. આ પથરો એક જગાએથી બીજી જગાએ ગયો એટલું જ જાણ્યું એ બસ નથી. ગતિ સંબંધી સઘળું જ્ઞાન એટલી બાબતમાં આવી જતું નથી. વધારે કાંઈ જાણવું જોઈએ. કેટલા વેગથી ચાલ્યો તે જાણવું જોઈએ.

વેગ એ શબ્દનો અર્થ તમને સમજાવવો જોઈએ. આપણે ફરફા જઈએ અને એક કલાક સૂધી ચાલ ચાલ કરીને બે માઇલ સૂધી જઈએ. વળી બીજો એક કલાક આગળ ચાલીએ અને બીજા બે માઇલ જઈએ. દર એક કલાકમાં જોડાં ચાલીએ તેટલો આપણો વેગ કહેવાય. ઉપરના દાખલામાં આપણો વેગ બે માઇલનો કહેવાય.

વેગ જણાવવાને અગત્યની બાબતો:—હવે ધારો કે આપણે આગગાડીમાં બેઠા છીએ. તમારામાના ધણાક જણ આગગાડીમાં બેઠાજ હશે. બેઠા નહિ હો તો આગગાડી ચાલતી જોઈ તો હશેજ. વગડામાં રસ્તાપર ગાડી કેવી દોડેછે અને સ્ટેશન આવે એટલે ઉભી રહે છે. ધારો કે પહેલાં રસ્તા ઉપર ગાડી ૩૦ માઇલના વેગથી ચાલતી હતી, અને સ્ટેશન પાસે આવ્યું એટલે તેનો વેગ ઓછો થતો થતો છેવટે બંધ થઈ ગયો, અને ગાડી ઉભી રહી. હવે ગાડી ધીરે ધીરે ધીમી પડી તેનો વેગ શી રીતે કહેવાય ? અને ગાડી રસ્તાપર ૩૦ માઇલના વેગથી ચાલતી હતી એ કહેવાનો અર્થ શો ? એનો અર્થ એજ કે જો ગાડી ધીરે ધીરે ધીમી પડીને સ્ટેશન પર ઉભી ના રહી હોત તો તે એક કલાકમાં ૩૦ માઇલ દૂર જાત.

ચાલવાની ઝડપ અથવા ગતિનો વેગ કહેવો હોય તો બે વાતો કહેવાં જોઈએ. એક તો સ્થળાન્તર કેટલું થયું, અને બીજું તે થતાં વખત કેટલો લાગ્યો તે. આગગાડી કલાકમાં ૨૦ અથવા ૩૦ માઇલ જાય છે એમ કહેવાય છે. પથરો ફેંકીએ તો તે એક સેકન્ડમાં ૧૦ કે ૧૫ ફીટ દૂર જાય છે એમ કહેવાય. અને માણસ એક દિવસમાં ૧૨ ગ્રાઉ ચાલે છે એમ કહેવાય છે.

•કોઇ કોઇવાર જે રથજાનતર કરતાં એટલે એક જગાથી બીજી જગાએ જતાં કેટલો વખત લાગેછે તે નથી પણ કહેવાતો. જેમકે, અમુક માણસ ખારગાઉની મજલ કરે છે. એનો અર્થ એજ કેદિવસમાં ખાર ગાઉ આવે છે. તે પદાર્થનો વેગ ૧૦ શીટ છે, એટલે એક સેકન્ડે ૧૦ શીટ આવે છે એમ સમજવું.

વચ્ચ:—પ્ર૦ ૬ તમે મોઘ દંડા તો રમ્યા હશે, અગર બીજાને રમતા તો જોયાજ હશે.—મોઘને હાથમાં સ્થિર પકડીને પછી તેને ટાલ્લો મારીએ છીએ એટલે મોઘ ચાલવા માંડે છે. આથી તમારા સમજવામાં આવ્યું હશે કે પદાર્થને ગતિમાં લાવવાને બળવાપરવું પડેછે. તેમજ અગાડી ગયા પછી બીજો માણસ મોઘને ઝીલી લે છે, તે વખતે પણ તેને બળ વાપરવું પડે છે. એટલે ગતિ આપતાં અને ગતિને બંધ કરતાં બંને વખત બળનો અપ પડેછે.

ગતિ ઉત્પન્ન કરતાં અને બંધ કરતાં જે બળ વાપરવું પડે છે તે અનેક પ્રકારનું હોયછે. હાથવડે પથરો ફેંકીએ છીએ ત્યારે હાથના માંસનજ લોચાના બળવડે એ ફેંકાયછે. ચારઠ ને ઘોડા જોડીએ છીએ ત્યારે ઘોડાના બળવડે ચારઠ ચાલે છે. વહેતા પાણીમાં માટી પથરા ઇત્યાદિ તણાઇ આવે છે એ પાણીના પ્રવાહના બળ વડે થાય છે. પવનના બળ વડે વહાણો સમુદ્રમાં એક બંદરથી બીજે બંદરે જાયછે. વરાળના બળથી આગગાડી ચાલે છે. વજનના બળવડે અથવા કમાનના બળ વડે ઘડિઆળ ચાલેછે. ટુંકામાં એજ કે પાણીનો પ્રવાહ પ્રાણીયોના સ્નાયુ, પવન, વરાળ, વજન, કમાન ઇત્યાદિ અનેક પ્રકારનાં બળવડે પદાર્થમાં ગતિ આવે છે.

જે માણસને પદાર્થવિજ્ઞાનનું સારું જ્ઞાન હોય છે તે આ 'અંધ' બળમાંથી કંઈ જાતનું બળ કંઈ જગાએ અને કેવી રીતે કામે લગાડવું તે અરોઅર જાણે છે. જેને થોડું થોડું જ્ઞાન હોય છે તે પોતાના જ્ઞાનના પ્રમાણમાં અમુક અમુક બળ કામે લગાડીને પોતાનું કામ ચલાવી લે છે.

ભાર કિંવા દાવ:—પ્ર૦ ૬ જ્યારે કાંઈ પદાર્થને કાંઈ ખેંચવું કે દબાવવું હોય, તેની વચમાં કાંઈ બીજો પદાર્થ આવીને તેની ગતિ અંધ પાડે ત્યારે તે વચમાં આવનાર પદાર્થ પર પેલા પદાર્થનો ભાર પડે છે.

જુઓ, આ ટેબલ છે. તેના ઉપર હું એક પથ્થર મૂકું છું. તમે જાણો છો કે એ પથરાને નીચેથી પૃથ્વી પોતાની તરફ ખેંચે છે. જો ટેબલ વચ્ચેના હોત તો પથરો નીચે જમીન પર પડત. પણ ટેબલના અંતરાયને લીધે તે નીચે પડી શકતો નથી. તેથી પથરાનો ભાર ટેબલ ઉપર પડે છે. ટેબલ પર ભાર પડે છે કે નહિ એ જોવું હોય તો ટેબલને અદ્ધે તમારો હાથ નીચે રાખો એટલે તમારા હાથ ઉપર ભાર પડશે.

બઝની સમૂનતા (સમતુલ્યતા):—પ્ર૦ ૭ આ બારણાનું એક કમાડ છે. એક છોકરો એને બહારથી ધક્કો મારીને ઉઘાડવાને બળ કરે, અને બીજો એને અંદરથી દાખીને અંધ કરવાને બળ વાપરે. હવે જો એ છોકરાનાં બળ સરખાં હશે તો કમાડ અંધે નહિ થાય અને ઉઘડશે પણ નહિ; પણ પોતાની જગા પર સ્થિર રહેશે. આ ઉપરથી તમે શું સમજ્યા ?

• જુઓ, એ ઉપરથી એ ખૂંટું સમજાય એવું છે કે જો કાંઈ પદાર્થ ઉપર જૂદી જૂદી બાજુએથી સરખાં બળ લાગેતો તો તેથી તે પદાર્થ ગતિમાં આવતો નથી અને સ્થિર રહે છે. આમ થાય છે સારે બળની સમાનતા (સમતુલ્યતા) થઈ એમ કહેવાય છે.

૮. ટેકા પાસેથી બલ લગાડવાની જગા જેમ દૂર તેમ તે પદાર્થ ઝવકવામાં સહેલો પડેછે:—આ એક મોટું મોબીયું પડ્યું છે, તેને બે છેડા અગાડીથી બે માણસે પોત પોતાના બળા ઉપર ઉચકવું અને દરેકને કટક્ષો ભાર લાગે છે તે જોવું. પછી એક માણસે છેડા અગાડી રહેવું, અને બીજાએ પોતાનો છેડો મૂકીને બીજા છેડા તરફ થોડું ખસવું. તો ભાર વધારે લાગશે. વળી થોડું અગાડી જવું એ પ્રમાણે બીજા છેડા તરફ જેમ જેમ વધારે વધારે અગાડી જશે, તેમ તેમ ભાર વધારે વધારે લાગતો જશે. છેવટે એટલો ભાર લાગશે કે તેનાથી ઉચકાશે પણ નહિ.

જ્યારે જમીનમાંથી મોટો પથરો કાઢવો હોય છે, અથવા તો મોટું લાકડું ઉચકવું હોય છે ત્યારે તેની નીચે લોઢાની નરાજનો એક છેડો ધાસે છે, તે ત્યાંથી થોડે છેટે એક પથરો અગર લાકડું ટેકા તરીકે મૂકે છે. પછી બીજા છેડા ઉપર ભાર દે છે. જેમ બીજા છેડા વધારે લાંબો, તેમ એણે ભાર દેવો પડે અને પથરો કે લાકડું સહેલાઈથી હંચકાય.

મુખ્ય મુખ્ય કુદરતી શક્તિઓ. (૧) ગુરુત્વાકર્ષણ:—

બળ શબ્દનો અર્થ પહેલાં સમજાવી ગયા હવે સૃષ્ટિમાં મુખ્ય મુખ્ય શક્તિઓ કઈ કઈ છે તેનો વિચાર કરીએ. એ શક્તિઓથી શાં શાં

કામ થાય છે, અને આપણને તે શી રીતે કામ લાગે છે એ આપણે જાણીએ છીએ.

પૃથ્વીના આકર્ષણથી સઘળા પદાર્થ નીચે ખેંચાય છે. હવે જો તે પદાર્થને નીચે જવામાં બીજો કોઈ પદાર્થ વચ્ચે આવીને અંતરાય કરે તો તે વચ્ચે આવનાર ઉપર પહેલા પદાર્થનો ભાર પડે છે. નીચે ને ઉપર એ બોલ આપણે પૃથ્વીના સંબંધમાં બોલીએ છીએ. નીચે એટલે પૃથ્વી તરફ, અને ઉપર એટલે આકાશ તરફ. સઘળા પદાર્થ પૃથ્વી તરફ ખેંચાય છે. આપણે ડુંગર પર ચડીએ ત્યારે પૃથ્વી થી ઉઠડી દિશામાં જઈએ છીએ. પૃથ્વી આપણને પોતાની તરફ ખેંચે છે તે આકર્ષણને તોડીને આપણે ઉપર જઈએ છીએ, માટે જ આપણે ડુંગરા પર ચડતાં કે મોટા દાદર પર ચડતાં થાકી જઈએ છીએ. પણ જ્યારે નીચે ઉતરીએ છીએ ત્યારે પૃથ્વીનું ખેંચાણ જ દિશામાં છે તેજ દિશામાં આપણે જઈએ છીએ, માટે ચડતા હતા તેના કરતાં ઉતરતી વખતે સહેલું પડે છે.

આપણે પાણીમાં પથરો નાંખીએ છીએ, ત્યારે પથરોનો ભાર પાણીથી ઝીલાતો નથી, અને તે આધું ખસી જાય છે, ને પથરો નીચે તળીએ જઈને બેસે છે. એજ પ્રમાણે જો આપણે બધાંને જમીનનો આધાર ન હોત તો આપણે બધાં પોતાના ભારને લીધે પૃથ્વીમાં જતાં રહેત ! જુતાં છાપરાં અથવા જુતા માળ પડી જાય છે, અને ઘણાંએ માણસને ચઢી નાંખે છે, એ તમારા સાંભળવામાં આવ્યું હશે. ઉપરના પદાર્થનો ભાર જ્યારે પોતાથી ન ખમાય ત્યારે એ પડી જાય છે.

પૃથ્વી આ પ્રમાણે દરેક પદાર્થને પોતાની તરફ ખેંચે છે તે શક્તિને ગુરુત્વાકર્ષણ કહે છે.

• **સંબંધાકર્ષણ:**—આપણા હાથમાં દોરી લઇને જો તેને તોડી નાંખવી હોય તો તેમ કરતાં જોર પડે છે. લાકડું લઇને તેને વાળવું હોય તો જોર કરવું પડે છે. કાંઈ પણ પદાર્થને ભાગવું, વાળવું, તોડવું ઇત્યાદિ કરવું હોય તો તે કરતાં જોર પડે છે. પદાર્થનાં રજકણો એક બીજાની જોડે ચોંટી રહેવાની એક શક્તિને સંબંધાકર્ષણ કહે છે. આ શક્તિથી એકજ જાતનાં રજકણ એક બીજાની જોડે મજબૂત વળગી રહે છે.

રસાયનાકર્ષણ અથવા સ્નેહાકર્ષણ:—ઉપર કહ્યું તેમ એકજ જાતનાં રજકણોમાં જે ચોંટી જવાની શક્તિ હોય છે તેને સંબંધાકર્ષણ કહે છે. પણ જૂદી જૂદી જાતનાં રજકણોમાં એક બીજાની જોડે ચોંટી રહેવાની શક્તિ હોય છે તેને રસાયનાકર્ષણ અથવા સ્નેહાકર્ષણ કહે છે. સોનાનાં રજકણો સંબંધાકર્ષણથી વળગી રહે છે, પણ પીતળનાં રજકણો રસાયનાકર્ષણથી વળગી રહે છે, કેમકે પીતળનાં રજકણો તાંબુ અને જસત એ બે જૂદી જૂદી જાતનાં રજકણ એકઠાં થઈને બન્યાં છે. એકજ જાતનાં રજકણવાળા પદાર્થ સૃષ્ટિમાં થોડાજ હોય છે. પથરા, માટી, પાણી, વનસ્પતિ, હવા ઇત્યાદિ ઘણા પદાર્થ જૂદી જૂદી જાતનાં રજકણો મળીને થયા છે.

ગુરુત્વ, સંબંધ અને રસાયનાકર્ષણનો ઉપયોગ:—ઉપર કહેલી શક્તિઓ (ગુરુત્વાકર્ષણ, સંબંધાકર્ષણ અને રસાયનાકર્ષણ) જો હોત નહિ તો આપણી શી અવસ્થા થાત તે તમને કહું એટલે તમને એમનો ઉપયોગ તરત સમજશે.

પહેલ વહેતું જો ગુરુત્વાકર્ષણ ન હોત તો શું થાત તે જોઈ-

એ. હવે દરેક પદાર્થને પૃથ્વીનું આકર્ષણ મટી ગયું એટલે પૃથ્વીપર ન જાય એમ નહિ. ગમે ત્યાં જાય. આપણે ઉંચે ફૂદકા મારીએ તો પછી ઉંચે ચાલ્યાજ નહીંએ. પવન આવે કે આપણે ઉડી નહીંએ. ધર, મોટી મોટી હવેલીઓ પણ પવનનો જખરો ઝપાટો લાગ્યો કે ઉડી ! પણ પૃથ્વીનું પોતાનું એ શું થાત ? એ પણ પોતાની જગા-એજ ફરે છે તેનું કારણ આ ગુરુત્વાકર્ષણ છે. બીજા ગ્રહો અને સૂર્ય એને ચોતરફથી ખેંચીને પોતાની જગામાં રાખે છે. તો પછી એ આકર્ષણ ગયું કે પૃથ્વી બાકી પોતે એ ચાલ્યાં ! કાણ જાણે ક્યાંએ જામે ! આમ બધી અવસ્થા થઈ જાય !

હવે સંબંધાકર્ષણ અને રસાયનાકર્ષણ લો ! દરેક પદાર્થનાં રજ-કણ એક બીજાની છુટાં થઇને ઉડ્યાજ કરે ! એકઠાં કાને આધારે રહે ? ! કોઈપણ જગાએ ધન અથવા પ્રવાહિ પદાર્થ દેખાય ન નહિ ! અરે, આપણે પણ ક્યાંથી હોઈએ ? ! આપણું શરીર રસાય-ણકર્ષણથી બનેલા જૂદા જૂદા પદાર્થનું બન્યું છે, તે બધા છુટા થઈ જાય એટલે પત્યું ! ! બધી દુનિયાં રજકણમય થઈ જાય ! આમ થાય માટેજ ઉપર કહેલી બધી શક્તિઓની ખરેખરી જરૂર છે. એ શક્તિઓ છે માટેજ આપણે છીએ. એ છે માટેજ તમે બધા વ-ર્ગમાં બેસા છો અને હું તમને શીખવું છું !

આકર્ષણની વધઘટ:—ઉપર કહેલા સંબંધાકર્ષણને લીધે રજકણો એક બીજાની સાથે જોડાયછે. પણ આ આકર્ષણ સઘળા પદાર્થમાં સરખું હોતુ નથી. લોહમાં તે જેટલું હોય છે તેટલું લાકડામાં હોતું નથી. વળી લાકડામાં હોય છે તેટલું માંખણમાં હોતુ નથી, અને પાણી જેવા પ્રવાહિ પદાર્થમાં તો

ધણુંજ ઓછું હોય છે. આ આકર્ષણ પદાર્થમાં જેમ કમી જાસ્તી હોય છે, તેમ તે પદાર્થમાં કઠણાશ પણ કમી જાસ્તી હોય છે. માંખણ કરતાં લાકડું કઠણુ, અને લાકડા કરતાં લોદું કઠણુ હોય છે. સખ્ત પદાર્થને એક જગાએથી બીજીને ખેંચીએ તો તે બધો જોડે ખેંચાઈ આવે છે. માંખણમાં તેટલું જોર નથી હોતું. સંબંધાકર્ષણ ઓછું હોય છે, તેથી માંખણમાંથી જોડેલું લાકડું તેટલું લેવાય છે, પણ લોદાની ચીપમાંથી એમ થોડું લોદું લેવાય નહિ. પ્રવાહિ પદાર્થનાં રજકણમાં પણ થોડું સંબંધાકર્ષણ હોય છે તે નીચેના પ્રયોગથી જણાશે.

પાણીમાં સંબંધાકર્ષણ છે તેની સિદ્ધતા:—આ પાણી છે. તેમાં તમારી આંગળી ધાલીને લેચી કરો. આંગળીના ટેરવા ઉપર પાણીનું ટીપું આવ્યું એ જોયું. એના રજકણમાં સંબંધાકર્ષણ છે તેમાં આ ટીપું ટેરવે વળગ્યું આવ્યું એ ખુલ્લું છે.

કેટલાક પદાર્થમાં સંબંધાકર્ષણનું જોર બધી જગાએ સરખું નથી. એક બાજુએ વધારે ને બીજી બાજુએ ઓછું એમ હોય છે. કેળુંનું અગર તાડનું પાંદડું ઉભું ફાડતાં જોડેલું સરળ પડશે તેટલું આડું ફાડતાં નહિ પડે. લાકડું ઉભું ચીરતું હશે તો જલદી ચીરાશે, અને આડું ચીરતાં જોર વધારે પડશે.

પદાર્થની મજબૂતાઈ:—ઉપરના દાખલાઓથી તમે જાણ્યું હશે કે સઘળા પદાર્થ સરખા મજબૂત હોતા નથી. લાકડા કરતાં લોદું વધારે મજબૂત છે. સુતરની દોરી કરતાં લોદાની સાંકળ વધારે મજબૂત હોય છે. કેટલાક પદાર્થ સ્થિતિસ્થાપક હોય છે. એટલે જેવી નેતરની સોટી હોયછે તેવા હોય છે તેને જરીવાળી એને

પાછી મૂકી દઇએ ત્યારે હતી તેવીજ થઇ જાય. કેટલાક પદાર્થ ખરડ હોય છે. જેમકે માટીનીઈટ—એને વાળવા જઇએ છા માગી જાય.

કારિગર લોછાને ક્રિયા ક્રિયા પદાર્થ મજબૂત છે એની સારી માહિતી હોવી જોઇએ. જ્યારે ઘર, પૂલ કે મોટી ઇમારત બાંધવા ની હોય છે ત્યારે અમુક અમુક જગાએ કેટલું જોર પડશે એનો વિચાર કરીને ત્યાં ઓછો વતો મજબૂત સામાન વાપરવો પડે છે. ઘણું કરી જ્યાં જોટલું જોર પડવાનો સંભવ હોય તેના કરતાં અનુમાનથી આઠ અથવા દશ ગણો વધારે મજબૂત સામાન ત્યાં વાપરવાનો રિવાજ છે. આથી કરીને કામ મજબૂત અને ટકાઉ થાય છે. જે કારિગરને આવી ખબર હોતી નથી તેનાં કરેલાં કામ વહેલાં પડી જાય છે.

ઘર્ષણ અથવા ઘસારો:—એક પદાર્થ ઉપર બીજે પદાર્થ જ્યારે ઘસરડીએ છીએ ત્યારે તે જોટલો ખડખડો હોય તે પ્રમાણમાં તેની ગતિમાં અડચણ પડે છે. આ અડચણને 'ઘસારો' કહે છે. સઘળા પદાર્થમાં સરખું ઘર્ષણ નથી હોતું, 'જેમ પદાર્થમાં ખડખડાપણું ઓછું, તેમ ઘર્ષણ પણ ઓછું'. જે રસ્તા ઉપર લીલ થઇ હોય, અને તેથી રસ્તો લીસો થયો હોયતો ચાલવાનું કેવું કઠુણ પડે છે, એ તો સઘળાને માલુમ હશે. પ્રસંગ પ્રમાણે કેટલીક વખત ઘર્ષણ વધારવું એ પડે છે. ચોમાસામાં આપણા આંગણામાં જે લીલ ઉગીને લપસણું થઇ ગયું હોય તો આપણે રેતી કે ધૂળ અથવા માટી નાખાવીએ છીએ. એ આપણે શું કર્યું? ઘર્ષણ વધાર્યું. લીસી જમીન પર ચાલતાં પગ અને

જમીન વચ્ચે ધર્પણ નહોતું તેથી આપણે લપસી જતા, તે રેતી કે ધૂળ ૪૦ નંખાવીને ધર્પણ વધાર્યું. પણ ગાડીનાં પેડામાં આપણે તેલ ઊંચાએ છીએ, તે ધર્પણ ઘટાડવાને માટે છે. તેથી બળદને કુ કે ઘોડાને ઝોધું જોર પડે છે. સંયામાં ઇત્યાદિ જગાએ ધર્પણ ઝોધું કરવાને બહુ બહુ વાનાં વાપરે છે. જે પેનશિસ તમે રોજ વાપરો છો તેવી પેનશિસની અંદરનો કાળો પદાર્થ જેને પ્લંબેજો કહે છે તેના બૂકો અને ચરબી રોજ હોય છે. પદાર્થમાં ધર્પણ છે તો દીક. તેના વડે માણસથી ગમે ત્યાં ચલાય છે. નીકર લીલવાળા રસ્તાની પેડે ચલાત જ નહિ. ધર્પણ હોત નહિ તો પદાર્થને, અને પ્રાણી માત્રને કાંઈ પણ જગાએ ઉભું રહેવાની જગો ન મળત, ને કશું બરાબર ચાલવાત પણ નહિ.

ગુરુત્વ મધ્યચિંદુ:—દરેક પદાર્થમાં એક એવું ઠંડાણું હોય છે કે જ્યાંથી એને ઉચડીને ઊંચું રાખીએ તો તે પદાર્થ સધળા તરફ સરખો રહે, અને તેની આજુ બાજુનાં બધાં રજકણોનું તોલ સરખું થાય. આ ઠંડાણાને આપણે તે પદાર્થનું ગુરુત્વમધ્યચિંદુ કહીએ છીએ.

ગુરુત્વ મધ્યચિંદુ શોધવાની રીત:—આ લાકડી લો, અને તમારી આંગળીપર આડી બૂકો જ્યાં સુધી તે બરાબર સમતોલ રહે ત્યાં સુધી તેને આધી પાછી ફેરવો. હાં, બસ. જુઓ, તે કેવી સમતોલ સીધી રહી? એ જગાએ નિશાની કરો. આ લાકડીનું ગુરુત્વમધ્યચિંદુ એ જગાએ છે. આ ઉપરથી તમારે એક બીજી વાત સમજવાની છે. લાકડીનો સધળો ભાર તમારી આંગળીપર પડેલો ખરો કુની? ત્યારે ગુરુત્વમધ્યચિંદુ

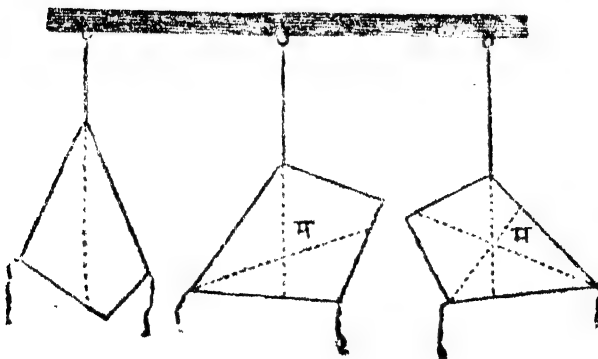
અગાડી તેનાં બધાં રજકણો સમતોલ થાય છે એટલુંજ નહિ, પણ બધાં રજકણનો ભાર એ જગાએ જણે એકઠો થયો ન હોય એ-
મ લાગે છે.

વાંકાચુકા પદાર્થનું ગુરુત્વ મધ્યબિંદુ શોધવાની રીત:—

આ એક લોઢાનું વાંકું ચુકું પતર છે. લાકડી જેવી પરતુ હોય તેનું ગુરુત્વમધ્યબિંદુ તો તમે જોણી કાઢો. પણ આ પતરાનું ગુરુત્વ-
મધ્યબિંદુ કાઢવું હોય તો શું કરો?

જુઓ હું શીખવું. આ પતરાની કોરમાં ત્રણ ચાર ઢેકાણે કાંણું
ખાકું છું. અને તેમાંના એકમાં દોરી પરોવીને એ દોરીવડે એ પતરા
ને અધર લટકાવું છું. અને જોડે જોડે એક જોણાંભાને પણ દોરીવડે
એજ બિંદુથી લટકાવું છું. હવે જ્યારે દોરી સ્થિર રહી ત્યારે બીજીવડે
દોરીની સાધી લીટીમાંજ પતરા ઉપર લીટી કરું છું. જુઓ, આ લીટી
જોણાંભાની દોરીની નીચેજ દોરાઈ. (આકૃતિ ૧ લી જુઓ.) પછી
વળી બીજા કાણામાં દોરી પરોવીને એમજ કરું છું. પછી વળી ત્રી-

આકૃતિ ૧ લી.



જામાં. આ બે ત્રણ લીટીઓ એક ખીજને મ બિંદુમાં છેલ્લે. જે એક (મ) બિંદુમાં થઇને આ ત્રણ લીટીઓ જાય છે તેજ (મ) બિંદુમાં થઇને ગમે તેટલા કાણાં પાડીને ટાંગશો તો તે લીટીઓ જશે એ (મ) બિંદુ તે આ પતરાનું ગુરુત્વમધ્ય બિંદુ છે. એ જગાએથી એ તમે પતરાને ટાંગો તો તે બધી જગાએ સમતોલ રહેશે. અથવા જો તમે એ જગાની નીચે તમારી આંગળી રાખશો, તોપણ પતરું સમતોલ રહેશે. અને પતરાનો બધો ભાર જાણે તમારી આંગળીપર આવ્યો એમ થશે. તમે આંગળીને લગીર હલાવશો તોપણ તે બે ત્રણ વાર ટોલમટોલ થઇને આખરે સ્થિરને સમતોલ થશે, એકલુંજ નહિ, પણ એ (મ) બિંદુથી જો પતરાને દોરીથી લટકાવ્યું હશે તો હમેશાં એળાંભાની દોરીની લીટીમાંજ રહેશે.

ઉપર કહેલા પ્રયોગથી ત્રણ વાતો સમજાઇ તે હું તમને ફરી કહું છું. તે યાદ રાખજો.

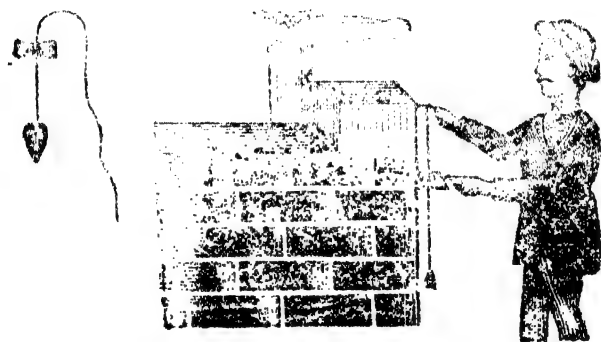
• ગુરુત્વ મધ્યબિંદુ સંબંધી ત્રણ મૂળ્ય નિયમો:-૧. હરેક પદાર્થને ગુરુત્વ મધ્યબિંદુ હોય છે, અને તે કેદાણેથી તે પદાર્થનાં રજકણો સમતોલ થાય છે.

૨. ગુરુત્વ મધ્યબિંદુમાં પદાર્થનો સવળો ભાર એકદો થયો હોય નહિ, એમ લાગે છે.

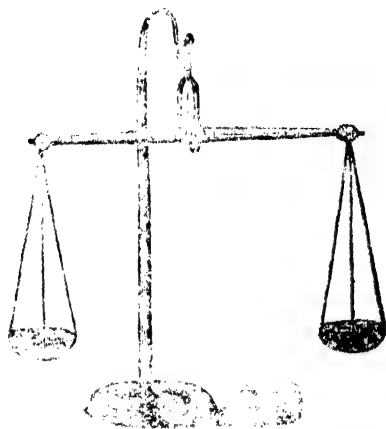
૩. કોઇ પદાર્થને જો ખીલા અથવા આંકડા વડે ટાંગ્યો હોય તો તે પદાર્થ બ્યારે સ્થિર થાય છે, ત્યારે તેનું ગુ. મ. બિંદુ હમેશાં તે ખીલા અગર આંકડાના એળાંભાની લીટીમાંજ હોય છે.

પદાર્થનું આધાર મધ્ય:—પદાર્થને જે વડે ટાંગ્યો હોય છે તેને તે પદાર્થનું “આધાર મધ્ય” કહે છે. પતરને ખીલાથી ટાંગ્યું હોય તો ખીલો તે તેનું આધાર મધ્ય છે. આ “આધાર મધ્ય” અને “ગુરુત્વ મધ્યબિંદુ” હમેશા એક જોગાંબામાં જ હોય છે. જોગાંબો તો તમે દીડો હશે. કડિયાને કાઠ દહાડો ચણતાં જોયાં છે? પાસેની આકૃતિમાં જતાવ્યા પ્રમાણેનું તેમનું જોખર જોયું છે? એ લટકતું જોખર ગમે સાં ટાંગીએ, પણ પૃથ્વીના મધ્યબિંદુની સીધી સીટીમાં જ રહે છે.

આકૃતિ ૨ જી.



આકૃતિ ૩ જો.



રાજવાં:—તમારા હાથમાં આ ત્રાજવાં લો. એના પક્ષાં ખાલી રહેવા દો. જુઓ, ન્યારે જો સ્થિર થાય છે, ત્યારે તેની ઢાંડી બરાબર આડી રહે છે, ને કાંટો બરાબર સીધો રહે છે. વચલા નાકાથી બે તરફના પક્ષાં સૂક્ષ્મની ઢાંડી સરખી લાંબી છે. તેમજ બે પક્ષાં પણ સરખા વજનનાં છે. હવે તમે જો બરાબર વિચાર કરશો તો તમને જણાશે કે જો ઢાંડી સરખા વજનની, ને સરખી લાંબી હોય; જો પક્ષાં સરખા વજનનાં હોય, તો ગુરુત્વ મધ્યબિંદુ ત્રાજવાની વચલાના નાકાની નીચે અને લટકાવવાની જગાના ઓળંગાની દોરીમાંજ હોવું જોઈએ. હવે જો આ ત્રાજવાના બે પક્ષામાં ગમે તેટલાં પણ સરખા વજનનાં કાટલાં મૂકીએ તો પણ તેનું ગુરુત્વમધ્ય બિંદુ અસે નહિ; અને ત્રાજવાનો કાંટો ઉભો ને ઉભો રહે. જો એકાદ પક્ષામાં ઓછું વજન હશે તો ઢાંડી વાંકી થશે, અને સીધો કાંટો પણ વાંકો થશે.

ગ્રાજવાના એક પક્ષાંમાં કાંઈ પદાર્થ મૂકો, અને બીજામાં (ધારા કે) ૧૦ શેરીઓ મૂકીએ. હવે જો પદાર્થ વાળું પદ્ધતું નીચું નમ્યું તો આપણે જાણવું કે પદાર્થ ૧૦ શેર કરતાં ભારે છે, અને જો ૧૦ શેરીઆવળું નીચું નમે તો જાણવું કે પદાર્થ ૧૦ શેરથી હલકો છે. હવે તેમાં એક પાંચશેરી મૂકો અને જો એ પક્ષાં સરખાં થયાં તો જાણવું કે પદાર્થ બરાબર પંદર શેર છે.

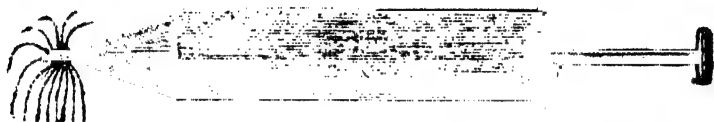
ધન પદાર્થોના ધર્મ વિશે તમે કેટલીક વાતો જાણી હવે પ્રવાહિની વાત કરીએ.

પ્રવાહિ પદાર્થના ધર્મ.

પ્રવાહિ પદાર્થ દબાવાતા નથી:—પ્રવાહિ પદાર્થમાં સંબંધાકર્ષણ થોડું હોવાથી તેના રજકણો એક બીજાની આજુ-બાજુ, અગર તળે ઉપર ગમે તેમ ખસી જાય છે. એથીજ એવા પદાર્થો ગમે તે આકારના વાસણમાં ભરાય છે. જો મારા ચશ્માં ને સાફ મારે દાખડી કરાવવી હોય તો એના જેવા આકારનીજ કરાવવી જોઈએ. કમકે બહુ સંબંધાકર્ષણને લીધે એનાં રજકણો આજુબાજુ ખસી શકતાં નથી. પણ જો મારે નવટાંક તેલ ભરવાને દાખડી કરાવવી હોય તો તે હું ગમે તે આકારની કરાવું. એખંડી, ગોળ, લાંબી કે નળા જેવી, ગમે તે ચાલે. જેમાં નાંખુ તેમાં તેલ ભરાય તેની ગમે તેવી વાંકી બાજુઓમાં પણ તેલ ખસી જાય આમ થાય પણ તેનું આકારમાન કે પરિમેયતા ઘટે નહિ. એટલે શેર માપતું દૂધ અચ્છેરના માપમાં માય નહિ. તેના ઉપર ગમે તેટલો ભાર દો, પણ તે દબાઈ નાના વાસણમાં માયજ નહિ.

એક પીચકારી પાણીથી ભરો, અને તેના આગળના કાણાને આંગળી દાખીને બંધ કરો કે પાણી નીકળી શકે નહિ. તમે હવે જો દાટાને ગમે તેટલો દાખરો તોપણ તે અંદર જશે નહિ. જો આંગળી ખસેડશો તો તરત પાણી જશે અને દાટોએ અંદર જશે.

આ. ૪ થી.



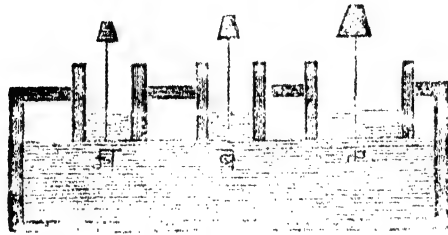
પ્રવાહિ પદાર્થપર કરેલું દબાણ સઘળી દિશામાં લાગેછે:—પીચકારીના મોં અગાડી એક પીતળનો નાનો ગોળો ખેસાડ્યો હોય, અને તે ગોળામાં ચોતરફ કાણું પાડ્યાં હોય તો જોડલા જોરથી દાંડો દબાવીએ તેટલા જોરથી પાણીસઘળાં કાણાંમાંથી બહાર આવશે. આપણે દાંડો દબાવીએ છીએ પણ જો એ દબાણ ચોતરફ લાગતું ના હોત, તો ગોળાના સઘળાં કાણાંમાંથી જોરબંધ પાણી નીકળતાં માત્ર એક સિદ્ધા કાણામાંથીજ નીકળત.

***પ્રવાહિ પદાર્થનું દબાણ ઓછી વચ્ચી સપાટી પ્રમાણે ઓછું વતું થાય છે:**—પાસેની આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણેનું એક

* ઇટાલીના ફ્લોરેન્સ નામે શહેરમાં પાણીને દાખવાથી, તે દાખાને તેનું આકારમાન ઘટે છે કે નહિ તે જોવા માટે એક સુંદર પ્રયોગ કર્યો હતો. એક સોનાનો ગોળો બનાવીને તેમાં પાણી ભરી પછીથી રેણુ દધને બંધ કર્યો. ને તેનાપર ચોતરફથી ભાર દેવા માં-

વાસણ લાઇએ. એ વાસણ બધી બાજુથી બંધ અને ચિત્રમાં બતાવ્યા પ્રમાણે બે ઉમાં મેં વાળું નોંધએ. દરેક મેંમાં બરાબર બેસતો

આ ૬ મી.



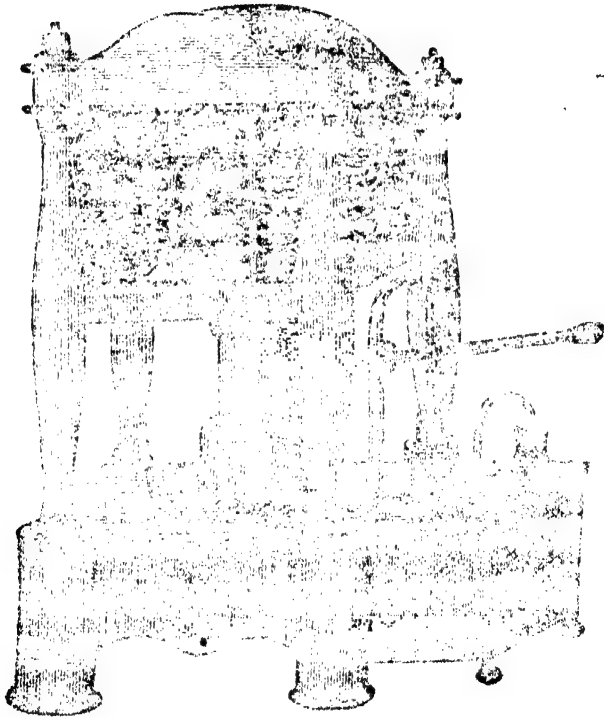
આવે ને આઘો પાછો થઇ શકે એવો દાટો p નોંધએ. અને P મેંની પહોળાઇ સરખી નહોતાં, p ની ચારગણી મોટી છે. તેજ પ્રમાણે p દાટાની સપાટી પર P દાટાની સપાટી કરતાં ચારગણી વધારે છે. હવે જો તમે ગમે તે દાટા પર ભાર દો, તો બીજો દાટો ઉપર આવશે. જો તમારે p દાટાને ઉચો ન થવા દેવો હોય તો તમારે P ના ઉપર જોટલું વજન મૂકા તે કરતાં વધારે મુકવું પડશે. તેના ઉપર તો તમારે ચાર શેરીઓ મૂકવો પડશે; કેમકે P નાં કરતાં p ની સપાટી ચારગણી વધારે છે; હવે તમે સમજ્યા હશે કે પ્રવાહિ ઉપર જો દબાણ કરીએ તો તે દબાણ બીજી ગમે તે જગ્યાએ લાગે છે. એટલુંજ નહિ પણ જે સપાટી પર દબાણ થાય છે

ડો; ખૂબ ભાર દીધો ત્યારે પાણી તો દબાઈને નાનું થયું નહિ, પણ તેમાંથી પાણીનાં ટપકાં બહાર નીકળી આવ્યાં !

આ કહેવું તદ્દન બરાબર નથી. પાણી ઉપર ભાર દેવાથી તે પોતાના કદના $\frac{1}{4}$ જેટલું ઘટે છે. પણ આ એટલું તો થોડું છે કે નથી દબાવું કહીએ તો ચાલે.

તે સુપાટીના પ્રમાણમાં લાગે છે. પાસ્કલ નામના વિદ્વાને આ વાત જોળી કાઢી છે. પ્રવાહિતા આ ગુણનો લાભ લઇને ઓછા દબાણથી વધારે દબાણ થાય એવા ગાંસડીઓ વગેરે દાખવાનાં યંત્ર બનાવાય છે. નીચેના ચિત્રમાં એવું એક ચિત્ર આપ્યું છે એને ઇંગ્રેજીમાં પ્લા-માનો દાખવાનો સંચો કહે છે; કેમકે એ નામના વિદ્વાને એ જો-ળી કાઢ્યો છે.

આકૃતિ ૬ ઠી.



પ્રવાહિનું દબાણ ડંડાળપર પણ આધાર રાખેછે:-એમ
ઓછી વતી ઉંડાઈ તેમ પ્રવાહિનું દબાણ અનુક્રમે ઓછું વતુ પડેછે.

આકૃતિ ૭ મી.



એકા પાક્ષામાં પાણી ભરે. અને તેમાં એકની નીચે એક
એમ કેટલાંક કાણાં પાડે. જો કે પાણી દરેક કાણામાંથી નીકળશે,
પણ જે જે કાણું વધારે વધારે નીચે હશે તેમ તેમ તેમાંથી પાણી
ઉપરના કાણા કરતાં વધારે વધારે જોરથી નીકળશે. છેવટે છેક
નીચેના છેલ્લા કાણામાંથી સહુથી વધારે જોરથી પાણી નીકળશે.

લાકડાના એક પીપમાં પાણી ભરીને તેના ઉપર પાણી ભરે-
લી સાંકડી લાંબી નળી ઉંધી પાડી હોય તો પીપની બાજુ ઉપર,
પીપના મોટા ઘેરાવા જેવડા ઘેરાવા વાળો અને નળીની ઉંચાઈ
જેવડી ઉંચાઈ વાળો પ્રવાહિનો થાંભલો હોય અને પડે એટલું બ-
ધું દબાણ પડશે. અને આથી પીપની બાજુઓ ફાટી જશે. આ
પ્રમાણે થોડા પ્રવાહિથી ધણા પ્રવાહિ જેટલું દબાણ વડે એવી ખો

દી જળાતી વાત પાસ્કુલ નામના વિદ્વાને ખોળી કાઢી છે. એથી એ પ્રયોગને પીસ્કુલનો ખોટો જળાતો પ્રયોગ એમ કહે છે. ઉપર ચો-ટીઆ જોનારને એમ લાગે કે પાતળી નળીના પાણીનું દબાણ એટલું વધારે શી રીતે થાય !

આકૃતિ ૮ મી.



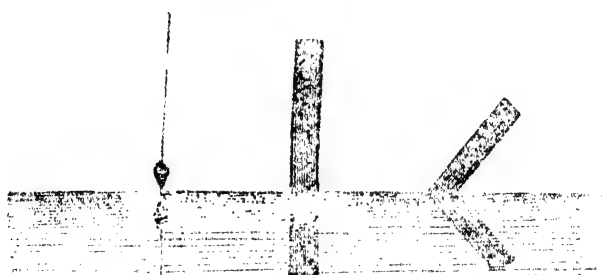
પ્રવાહિ પદાર્થની સપાટી હમેશક્ષિતિજસમસૂત્રહોયછે:-
પ્રવાહિ પદાર્થ સંબંધી ખીજો એક નિયમ ધ્યાનમાં રાખવા જોવોછે.
તે એકે પ્રવાહિ પદાર્થની સપાટી હમેશાં ક્ષિતિજની સાથે સમસૂત્ર

હોય છે. એટલે કે તે સાફ સપાટ ઉંચાનીચી વગરની હોય છે. કારણ તેના રજકણ એક ખીજની આબુઆબુ ખસી જાય એવાં હોવાથી તેમની સપાટી ઉપર કોઈ જગાએ ઉંચું અગર નીચું રહેતું નથી. જ્યાં ઉંચું હોય ત્યાંથી તેના રજકણો ખસીને નીચે આવે છે અને જ્યાં નીચાણ હોય છે ત્યાં ઉંચાણમાંથી આવીને રજકણો ભરાય છે.

પ્રવાહિની સપાટી ઉપર જો ઝાળંભો મૂકીએ તો તેની સપાટી ઉપર લંબ દોર્યો હોય નહિ તેમ લાગે છે. મનલબ્ધ કે તે ઝાળંભો સપાટી સાથે કાટખુણે કરે છે. સપાટી ઉપર લંબ, એનો અર્થ અગાડીના પ્રયોગથી સમજાશે.

એક વાસણમાં પાણી ભરીને તેના ઉપર એક લાકડી વાંકી

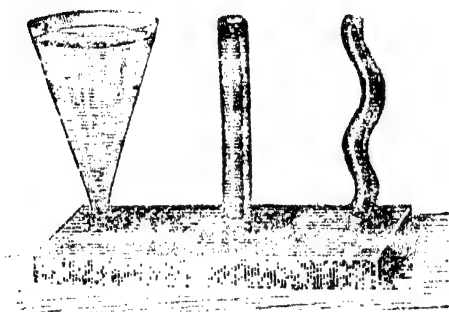
આકૃતિ ૧ મી.



ધરવી, એટલે તેનું પ્રતિબિંબ વાંકું પડશે; અને જો ઉભી ધરીશું તો તે નીચે પાણીમાં ઉભી માલમ પડશે અને લાકડી ને તેનું પ્રતિબિંબ એક સીધી લીટીમાં દેખાશે ઉભી લાકડી પ્રમાણે જો ઝાળંભો ધરીશું તો તે પણ નીચે સીધો દેખાશે. જ્યારે લાકડી તદ્દન સીધી અને એકજ સીધી લીટીમાં દેખાય ત્યારે તે સપાટીપર લંબ

છે એમ કહેવાય છે. અથવા લાકડી સપાટીની સાથે કાટપુએ કરે છે એમ કહેવાય.

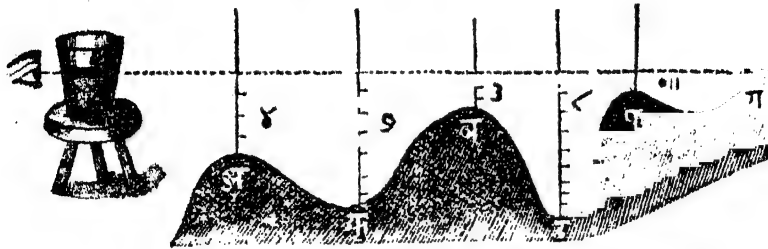
આકૃતિ ૧૦ મી.



પ્રવાહિ હમેશ સરખી સપાટી કરે છે:—આ આકૃતિમાં નીચેના વાસણને જૂદા જૂદા ધાટની નળીઓની કીધી છે, એ વાસણમાં તમે જો ઉપરની નળીઓમાં આવે એટલું પાણી નાંખો તો તમને ખચર પડે કે તે નળીઓ ગમે તેવા ધાટની પાતળી, વાંદી-ચુંકી, પહોળા, ગમે તેવી હોય તોપણ તે બધીમાં પાણી સરખું ઊંચું આવશે, એટલે પ્રવાહિ સરખી સપાટી કરે છે, અને તે ક્ષી-તીજ સમસ્ય હોય છે.

પછવાડીના પ્રયોગમાં સરખી સપાટી વિશે કહ્યું એ આખર નજરા વધારે કહેવું જરૂરનું છે. એક પહોળા મોંના કાચના પ્યાલામાં પાણી ભરીને પાણીની સપાટી યરાચર આપણી નજરરાખીને પછી બીજી બાજુ તરફ જોઈએ તો સામેના પદાર્થ પાણીની સપાટીથી કેટલો ઉંચો છે એ સહેજ જણાય છે, એ ઉપરથી એક જમોન કરતાં બીજી જમોન કેટલી ઉંચી છે તે સહેજ માપી શકાય છે. નીચેની આકૃતિમાં તેમ સપાટી યરાચર આંખ રાખીને જોઈ છે.

આકૃતિ ૧૧ મી.



એ જે જે જગાની ઊંચાઈ આપણે માપવી હોય તે તે જગાએ લાકડીઓ ઉભી રખાવવી. એ લાકડીઓ નીચે છેડેથી એકપર એક એમ ફીટના આંકડા દૂરથી વંચાય એવા લખાવવા. પછી સહેજજ જણાય કે અમુક લાકડી તમારાના પાણીની સપાટીથી આટલી નીચી છે.

પાણીની વીજા પદાર્થને ડચકવાની શક્તિ:-નતપાણી એ જડ પદાર્થ છે. તે તમને કહેવાની જરૂર નથી. કમકે તમે એ જાણો છોજ. ઘરમાં પાણીઆરામાં પાણી ગાગરમાં ભર્યું હોય, તો તે એમને એમ પડી રહેછે; એ કાઢને ખજર નથી ? પણ એના બીજા ગુણ બતાવવાને હું થોડા પ્રયોગ કરી બતાવું છું.

તમારી ચગાડી આ પાણીથી ભરેલું મોટું વાસણ છે. તેમાં હું આ ગાગર જેવું નાનું ખાલી વાસણ મૂકું છું. જુઓ, તે તરેછે, પણ એનો નીચેનો થોડો ભાગ પાણીમાં ડૂબેલો છે. ગાગરનો જટલો ભાગ પાણીમાં ડૂબેલો છે તેટલું પાણી ગાગરના ભારને લીધે આજુબાજુ ખસી ગયું છે એમ કહેવું જોઈએ. હવે થોડે થોડે આ ગાગરમાં નાના પથરા ભરીને જોયું, જેમ જેમ હું વધારે વધારે કાં-

કસ નાંખીને ગાગરનું વજન વધાઈ હું તેમ તેમ આ ગાગર પાણીમાં વધારે વધારે ડૂબતી જાય છે. અને તેથી વધારે વધારે પાણી આધુ ખસી જાય છે. આ પાણીમાં જે વખતે ગાગર નહોતી તે વખતે જે જગાએ હાલ ગાગર છે તે જગાએ ખસી ગયું તે પાણી હતું. એ પાણીના પોતાના ભારનું નીચેના પાણીપર દબાણ થતું હતું. અને નીચેનું પાણી ઉપરના એ પાણીને ઉચકી રાખતું હતું. આવા પરસ્પરના બળવડે એ પાણી તે જગાએ સ્થિર રહ્યું હતું. હવે ઉપરના પાણીની જગાએ ગાગર આવી. ભારે પાણીની પેઠે તે નીચેના પાણી પર દબાણ કરે, તે નીચેનું પાણી જેમ ઉપરના પાણીને ઉચકતું હતું તેમ તે ગાગરને ઉચકે એમ થયું. નીચેના પાણીનું ઉચકવાનું જોર વધારે હોય ત્યારે ગાગર તરે, અને ગાગરનું તોલ વધે તેમ તેમ વધારે વધારે ડૂબતી જાય. એ જોર સરખાં હોય તો ગાગર ઉંચે પણ ન જાય અને ડૂબે પણ નહિ, એટલે ત્યાં ને ત્યાં વર્થા કરે.

પદાર્થ જ્યારે પાણીમાં તરે છે ત્યારે નીચેના પાણીએ અને 'ઉચકી રાખ્યો હોયછે; અને તરનાર પદાર્થનો જેટલો ભાગ પાણીમાં 'ડૂબ્યો હોય છે તેટલું પાણી તેજ જગાએથી ખસી ગયું હોયછે. આમ થાયછે ત્યારે એ ખસી ગયેલા પાણીનું વજન પદાર્થના વજન જેટલુંજ થયું જોઈએ. કારણ નીચેના પાણીનું ઉપરની તરફનું દબાણ જેટલું તરતા પદાર્થ ઉપર હોયછે તેટલુંજ પહેલાં જે પાણી હતુ તેના ઉપર પણ હતું. બંને વખત (એટલે પાણી હતુ ત્યારે, અને ખીજો પદાર્થ તરતો હોય ત્યારે) નીચેના પાણીપર ઉપરના પાણીનું નીચકી તરફનું દબાણ, અને ઉપરના પાણીપર નીચકા પાણીનું ઉપરની તરફનું દબાણ (એટલે ઉચકવાનું જોર) સરખુંજ હોયછે. ટુંકામાં બંને

વખત ઉપરના ભારથી સમતોલન એટલે ડૂબે નહિ અને ઉપર પાણી ન આવી જાય એવું બન્યું હતું.

હવે આજ મોટા વાસણમાં હું પથરો નાંખું છું. જુઓ એ તરતો નથી. આ ચાલ્યો! તળીએ જઈને એકો! વાસણના પાણીએ એને બિચારાને કેમ ઉચક્યો નહિ વાર? આ પ્રશ્નનો જવાબ હું પથરાને પૂછું! હસો નહિ હું ખરું કહું છું! તમને પથરાજ પોતે ડૂબ્યો તેવું કારણ કહેશે! ચાલો, તમે આમ આવો! બધા નહિ, તમારા માત્ર એક. ઠીક તમે પથરાને બિચારાને બહાર કાઢો? કાઢ્યો?! ઘણું પુણ્યનું કામ કર્યું! વાર, એ પથરાને તમારા એક હાથમાં ઉચકો. હવે પાણીમાં નીચે ડૂબાવીને ઉચકો. કેમ કાંઈ ફેર જણાયો? હેં, શું કહો છો! હલકો લાગે છે?! બરોબર હલકો કેમ લાગે છે? પાણીની નીચે રાખીને ઉચક્યો માટે પાણીનું ઉચકવાનું જોર તમારી મદદે આવ્યું. તેણે કેટલોક ભાર પોતે ઉચકી લીધો. પણ એ ઉચકવાનું જોર પથરાના વજન કરતાં ઓછું હોવાથી તેવું વજન ઘટ્યું, એટલુંજ થયું, પણ એ તર્યો નહિ. પથરો જ્યારે પાણીમાં ગયો ત્યારે એના આકાર જેટલું પાણી ખસી ગયું. આ ખસી ગયેલા પાણીના વજન જેટલાજ જોરથી નીચેનું પાણી પથરાને ઉચકે. કારણ પથરાની જગાએ જે પાણી હતું તે પાણીને નીચેનું પાણી એના વજન જેટલા ઉપરની તરફના દબાણથી ઉચકતું હતું. અને એથીજ એવું સમતોલન થઈને પાણી ત્યાં સ્થિર થયું હતું. હમણાં થયું એટલુંજ કે પાણી ગયું અને તેની જગાએ પથરો આવ્યો. ઉપરના એ પ્રયોગથી આપણે જે શીખ્યા તે નીચે લખું છું. તે ઉપર તમારે લક્ષ રાખવું.

પદાર્થ તરવા સંબંધી નિયમો.

૧. પદાર્થના આકાર જેટલા પાણીનું વજન, એ પદાર્થના વજન કરતાં વધારે હોય તો તે પદાર્થ પાણીમાં તરે છે, અને તેના વજન જેટલું પાણી આબ્જુઆબ્જુ ખસી જાય છે.

૨. પદાર્થના આકાર જેટલા પાણીનું વજન પદાર્થના વજન કરતાં એ કમી હોય તો પદાર્થ પાણીમાં ખૂડે છે, અને તેના આકાર જેટલું પાણી આબ્જુપર ખસી જાય છે. આ ખસી ગયેલા પાણીનું (પદાર્થના આકાર જેટલા પાણીનું) વજન જેટલું હોય, તેટલું પેલા ખૂડેલા પદાર્થનું વજન ઓછું થાય છે. દાખલા તરીકે ધારો કે પથરાનું વજન પાંચ શેર હોય, અને પથરાના આકાર જેટલું પાણી આબ્જુપર ખસી ગયું તે પાણીનું વજન ત્રણ શેર હોય તો પથરાનું વજન ત્રણ શેર ઓછું થાય. એટલે પથરા માત્ર બે શેર ભારે હોય એમ લાગે. બાર પાણીની ઉચકવાની શક્તિથી ઓછી થઈ જાય.

૩. જો પદાર્થના આકાર જેટલા પાણીનું વજન પદાર્થ જેટલું હોય તો પદાર્થ પાણીપર તરે નહિ અને પાણીમાં ખૂડે એ નહિ. આવો પદાર્થ પાણીમાં ગમે તે દેરાણે રહી શકે.

વીજા પ્રવાહિઓની ઉચકવાની શક્તિ:—બીજા પદાર્થને ઉચકવાની શક્તિ જેમ પાણીમાં છે તેમ બીજા પ્રવાહિમાં પણ છે. પણ દરેક પ્રવાહિમાં સરખી નથી. પ્રવાહિની જડાઈના પ્રમાણમાં ઓછી વત્તી હોય છે. આપણે એક સોનાનો ગોળો લઈને તેને તેલ, મધ, ને પારો, એમાં અનુક્રમે નાંખીએ તો તે ગોળાના આકાર જેટલું તેલ, મધ, ને પારો ખસી જશે. હવે ખસી ગયેલા

તેલનું વજન, ખશી ગયેલા મધના વજન કરતાં ઓછું થશે; તેથી તેલની ઉચ્ચકવાની શક્તિ પણ ઓછી. પણ તેટલાજ તેલના કરતાં તેટલોજ પારો ધણોજ ભારે, તેથી પારાની ઉચ્ચકવાની શક્તિ વધારે. જો તમે એક તાંબાનો પૈસો લઈને તેલમાં નાંખો તો તે તરત ડુબે. તેલ કરતાં પાણીની જાડાઈ વધારે હોય છે, તેનાં કરતાં મધની, ને તેના કરતાં પારાની વધારે હોય છે. આ પ્રમાણે ઉપર કહેલા ત્રણે નિયમો પ્રવાહિ માત્રને લાગુ પડે છે.

લોદાનો એક કડકો લઈને તેને પાણીમાં નાંખે તો તે ખૂડશે, કેમકે પાણી કરતાં લોદું જડું, એટલે સરખા કદમાં ભારે છે. પણ તેજ કડકો પારામાં નાંખો તો તે ખૂડશે નહિ. પારા કરતાં સરખા કદમાં લોદું હલકું છે. માટે એમ બને છે. આ ગુણ ઉપરથી પદાર્થની જાડાઈ કેમ કઠાય છે તે હું તમને કહું છું.

પદાર્થ જાડાઈ ઘટત્વ શોધવાની રીત:—એક પવાતું ભરીને પાણી લઈએ, અને તેજ પવાતું ભરીને મધ લઈએ; અને બંનેને જોખીએ, તો પાણી કરતાં મધ સુમારે દોઢ ગણું ભારે થશે. અર્થાત્ પાણી કરતાં મધ સરખા કદમાં સુમારે દોઢગણું વધારે જડું છે. એક પવાતું ભરેલા પારાનું વજન સુમારે તેવાં સાડાતેર પવાલાં ભરેલા પાણી જેટલું થશે. આ પ્રમાણે બધા પ્રવાહિઓની જાડાઈ કઠાય. પરંતુ એક પથરો આપીને કોઈ કહેશે કે આની જાડાઈ કાઢો, તો શું કરીએ? પ્રવાહિની પેટે કાંઈ પથરો પવાલામાં ભરાય નહિ. પવાતું ભરીને પથરો લો, એમ કાંઈ કહેવાય? પણ આપણે હમણાં કરેલા પ્રયોગ ઉપરથી આપણને માલમ પડ્યું છે કે જો પથરાને પાણીમાં નાંખીએ છીએ તો પથરાના આકાર જેટલું પા-

છી આળુઆળુ ખશી જાય છે, અને તે પાણીના વજન જેટલું પથરાનું વજન થતે છે. હવે પથરાનું જેટલું વજન થતે છે તેટલું તે ખસેલા પાણીનું વજન હોય છે એમ થયું, એ ઉપરથી કાંઈ પણ પથરો પાણીની ટેડે જગાઈ વાળો છે. તે જાણવું હોય તો સહેજ જણાય. પથરાને તોળીએ, અને પછી તેજ પથરાને પાણીમાં તોળીએ અને વજનમાં જેટલી થત પડે તે થત વડે તે વજનને ભાગીએ અને જે આવે તેટલા ગણો જાડો. પાણીની જેડે સરખાવીને પદાર્થની જે જગાઈ જોવા કદાચ છે તેને “ વિશિષ્ટ ગુરુત્વ ” એવું ખાસ નામ આપ્યું છે. સોનાનું વિશિષ્ટ ગુરુત્વ ૧૯૫ છે, એનો અર્થ એટલોજ કે સોનાના કદ જેટલું પાણી લઈએ, તો તે પાણીના વજન કરતાં સોનાનું વજન ૧૯૫ સવા ઓગણીસ ગણુ વધારે થાય. ૧૯૫ તોલા સોનાને જે પાણીમાં તોળીએ તો એક તોલા થતે, અને એનું વજન ૧૯૬ તોલા થાય.

પદાર્થનું વિશિષ્ટ ગુરુત્વ જોળી કાઢવાની યુક્તિ સુમારે એ હજાર વરસ ઉપર યુનાન દેશના આર્કિમિડીસ નામના વિદ્વાનને માલમ પડી હતી.

આર્કિમિડીસેશંધેલું પદાર્થનું વિશિષ્ટ ગુરુત્વ—યુનાન દેશમાં સુમારે એ હજાર વરસ ઉપર હાઈરો નામનો રાજા હતો. તેના દરબારમાં ઘણા વિદ્વાનોને આશ્રય મળતો હતો. એક વખત રાજાએ પોતાને સાર સોનાનો સુંદર મુગટ કરાવ્યો. કાંઈ કારણુપરથી રાજાને શક થયો કે શોનીએ ચોરી કરીને સોનામાં ભેગ કર્યો છે, મુગટ ભાગ્યા શિવાય એ વાતનો નિશ્ચય શી રીતે કરાય એ દ્વિધમાં રાજા હતો, તેવામાં તેને યાદ આવ્યું કે આર્કિમિડીસ નામના વિદ્વાનને

પૂછું. પછી તેણે તેને બોલાવીને અધી વાત કહી. આર્કિમિડીસે ખુબ વિચાર કર્યો પણ તેને કંઈમુજે નહિ. એક દિવસ તે પંડિત નહાવાને માટે નગ્ન થઈને પાણીના છત્રોછત્ર બરેલા વાસણમાં બેઠો. બેસતાં બેસતાં એને જણાયું કે એના આકાર જેટલું પાણી વાસણની બહાર વહી ગયું, અને એનું શરીર પાણીને ખસેડતું હોય એવું એને લાગ્યું. આ બે વાત જણાઈએટલે તેને સોનીની લુચ્ચાઈ પકડવાની રીત સૂઝી. આ વખત એને એટલો તો હર્ષ થયો કે પોતે બાન પણ બૂલી ગયો, અને “સૂઝી—સૂઝી” આમ બોલતો નાગો નાગોજ બહાર આવ્યો. પછીથી ચિત્ત ઠેકાણે આવ્યું એટલે ઘેર જઈને અને એક ચોખ્ખા સોનાનો કડકો લઈને તે પાણી કરતાં કેટલા વિશિષ્ટ ગુરત્વવાળો છે એ જોયું. એનું વજન પાણીમાં જોખતાં જેટલું ઓછું થયું. પછી એણે એવી કલ્પના કરી કે જો રાખનો મુગટ શુદ્ધ સોનાનો હોય તો એ પણ તોલમાં જેટલો ઓછો થાય, જોખતાં મુગટનું વિશિષ્ટ ગુરત્વ સવાઓગણીશ ન થયું, પણ કમી થયું, આ ઉપરથી એણે નકો કર્યું કે મુગટ ચોખ્ખા સોનાનો નથી, પણ રૂપા જેવી ખીજ હલકી ધાતુના ભેગવાળો છે, પછી પેલા સોનીની લુચ્ચાઈ બહાર પડી; અને રાખએ આર્કિમિડીસને ધણું ધનામ આપ્યું.

કેશાકર્ષણ:--પ્રવાહિ પદાર્થના સંપર્કમાં હવે એક વાત કહવાની બાકી રહી છે. તે કેશાકર્ષણ છે. પ્રવાહિ પદાર્થે સરખી સપાટી રાખે છે એવું આપણે કહી ગયા. આપણે તે વખત પ્રયોગ કર્યો હતો. તેમાં પણ દરેક નળીમાં પાણી સરખું હતું ચડ્યું હતું. પરંતુ તેજ નળીઓમાં જો એકાદ નળીનો વેડ વાળ જેવો ઝીણો હોત તો તેમાં પાણી ખીજ નળીઓના પાણીની સપાટીઓ કરતાં ધણું ઉચું

ચડતું જે શક્તિને લીધે આમ થાય છે તેને કેશાકર્ષણ કહે છે. કેશાકર્ષણ શક્તિ આ પ્રમાણે “પ્રવાહિ સરખી સપાટી કરે છે” એ નિયમને અપવાદ જેવી છે.

એક ઘોચેલા ઘોતીયાની ઘડીવાળીને તેને પાણીના વાસણ પાસે એવી રીતે સૂકવીએ કે તેનો એક છેડો વાસણમાંના પાણીને અડે, તો પાણી ધીરે ધીરે પોતાની સપાટી ઉપરથી ઘોતીયાપર ચડશે, અને બધું ઘોતીયું લદમદ કરી ચૂકશે. આમ કેશાકર્ષણને લીધે થાય છે. અને ઘોતીયું જે પહેલાં તેલમાં બોળ્યું હોય તો પાણી ઉપર ન ચડે. પાણીથી બીજા પદાર્થ પલગે છે, પણ તેલવાળા પદાર્થ નથી પલગતા. તેલવાળું ઘોતીયું જે તેલમાં પડ્યું હોય તો તેલ ઉંચું ચડત.

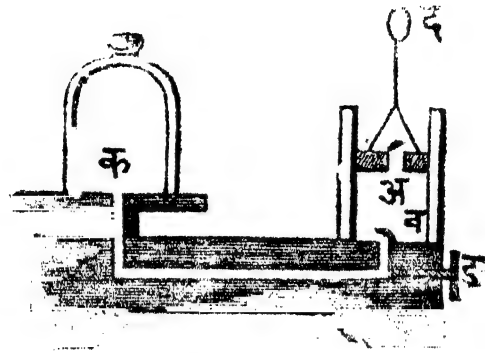
પારામાં લોટું નાંખીએ તો તે બીજે નહિ, પણ સોનાની વીંટી બોળીએ તો પારો સોનાની વીંટીપર ચડી જાય.

આ પ્રયોગથી આપણે શું જાણ્યું ? કેશાકર્ષણને લીધે પાણી પોતાની સપાટી છોડીને ઉંચું ચડે છે. અને દીવામાં પણ એમજ થાય છે. તેલપોતાનીસપાટીથી દિવેટને રસ્તે ઉંચું ચડે છે અને સળગે છે. આ બધું કેશાકર્ષણને લીધે થાય છે.

વાયુરુપ પદાર્થના ઘર્મ.

વાયુરુપ પદાર્થના રજકણનું પ્રતિસારકપણું:—સધળા વાયુરૂપી પદાર્થનાં રજકણમાં એક બીજાથી દૂર જવાની શક્તિ હોય છે. એને લીધે એનાં રજકણો ઘટ અથવા પ્રવાહિ પદાર્થની ચેઠે એકબીજાં રહેતાં નથી, પણ ઉલટાં જોડી જગા મળે તેટલાં ફેલાય છે.

આકૃતિ ૧૨ મી.



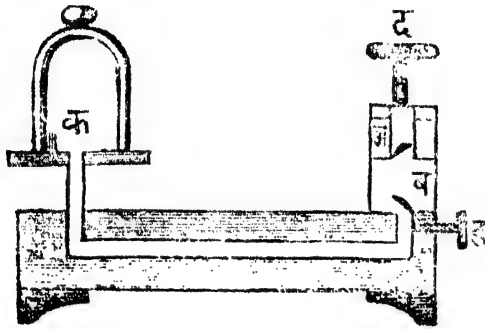
વાયુશોષકયંત્ર:—આ યંત્રની મદદવડે વાસણમાંથી જીવંત પેદાશો વાયુ બહાર કાઢી નાંખાય છે. એક ધાતુના નળામાં ઉંચો નીચો થઈ શકે એવો (દ) દટો હોય છે. દટામાં એક (અ) ઉપલી તરફ ઉઘડે એવું રેશમનું ઢાંકણું હોય છે એનાજ નેવું ઉપલી તરફ ઉઘડનારૂં પીચનું ઢાંકણું નળાને તળીએ હોય છે. ક અગાડીથી તે વ સૂલી એક જીણી નળીવડે એનો સંપર્ક હોય છે. આવા યંત્રને વાયુશોષકયંત્ર કહે છે. આથી પણ જૂદી જૂદી જાતનાં અને વધારે સુગમતા ભરેલાં યંત્ર બનાવવામાં આવ્યાં છે. સાધારણ પ્રયોગ કરવામાં ટેટનું બનાવેલું યંત્ર બહુ સાફ ઉપયોગનું છે.

હવે આ યંત્રવડે હવા શી રીતે નીકળી જાય છે અને એ યંત્ર શી રીતે વપરાય છે તે હું તમને કહું.

ધારો કે આપણે (ક) જગાપરના કાચના વાસણમાંથી હવા કાઢી નાંખવી છે. એ કાચનું વાસણ (ક) જગા અગાડી મી-

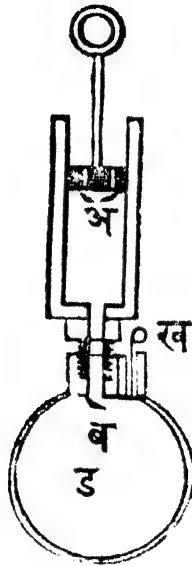
જુ અથવા ચરખીથી એવું મજબૂત બેસાડું છું, કે જેમાંથી હવા જઈ શકે નહિ. કેમકે હવા પાતળી હોય છે તેથી લગીર પણ ફાટ હોય તો તેમાંથી જઈ શકે છે પછીથી (દ) દ્વાને નીચે લાવું છું દટો નીચે આવ્યો એટલે (અ) ને (વ) ની વચ્ચે જે હવા હતી તે હવાના જોરથી (અ) ઢાંકણું ઉપડી ગયું અને હવા બહાર નીકળી ગઈ. હવે હું દ્વાને ઉંચો કરું છું (અ) ઢાંકણું બહારની હવાના જોરથી મજબૂત દેવાઈ ગયું, કેમકે તે તો ઉપરની તરફ જ ઉપડે છે. બહારની હવા અંદર આવે તો એ હવાના બારથી દેવાઈ જાય છે. હવે (વ) અને (અ) ની વચ્ચે ખાલી જગા થઈ તેથી (ક) અગાડીના વાસણની હવા તે જગાએ પ્રસરવા આવી એ હવાના જોરથી (મ) ઢાંકણું ઉપડી તરફ ઉધડ્યું અને હવા ભાં બરાઈ ગઈ. હવે જુઓ, હું આ દટો પાછો નીચો દેવાવું છું તો શું થાય છે? પહેલાં થતું તેમજ નળામાંની હવા પાછી (વ) અગાડીની જઈ શકે નહિ કેમકે એ ઢાંકણું તો એજ હવાના દબાણથી મજબૂત બંધ થઈ ગયું છે. હારે હવા દબાઈ તે જાય ક્યાં? પાછું પેલું ઉપરનું (અ) ઢાંકણું ઉપડે છે અને હવા બહાર જતી રહે છે. આ પ્રમાણે દરેક વખત (ક) અગાડીના વાસણમાંથી હવા થોડી થોડી જાય જતી જાય છે. દરવખતે જે હવા બાકી રહે છે તે પોતાના પ્રતિસારકપણાને લીધે અથવા વાસણમાં ફેલાય છે.

આકૃતિ ૧૩ મી.



આ પ્રમાણે તેમાંથી બધી હવા નીકળી જાય છે અને જો તેમાં બધી હવા નીકળી જતી નથી. પણ અંદર રહેલી હવા એટલી તો થોડી હોય છે કે તદ્દન નીકળી ગઈ કહીએ તો કાંઈ જોઈ ન કહેવાય. વાયુશોષકચક્રના (ક) કાણામાં રહના જેવા આંકા હોય છે, કેમકે વખતે ઉપર મૂકાય નહિ એવા વાસણમાંથી હવા કાઢી નાંખવી હોય, અથવા તો હવા કાઢી નાંખીને એ ખાલી વાસણને દૂર સર્જ જતું હોય તો તેના વખતે તે કામ લાગે છે જે વાસણમાંથી હવા કાઢી નાંખવી હોય તે વાસણને એક તોટી બહાર નીકળેલી હોય છે તે તેને પણ રહૂ જેવા આંકા હોય છે, તે રહૂ એ કાણામાં બેસાડે છે. હવા કાઢી નાંખ્યા પછી એ તોટીમાં પાણી ભરવાના બંબાની ચકલીના જેવી ચકલી હોય છે. તે બંધ કરે છે. પછી પેલા વાસણને ત્યાંથી રહૂ ફેરવોને ઉપાડી લે છે. પેલી ચકલી બંધ કરેલી હોય છે, તેથી બહારની હવા તેમાં જઈ શકતી નથી.

આકૃતિ ૧૪ મી.



• **વાયુપૂરકયંત્ર:**—જેમ વાસણમાંથી હવાને કાઢી નાંખવી પડે છે તેમ કોઈ વખત વાસણમાં હોય તેથી વધારે હવાને ભરવી પડે એ કામ માટે જે યંત્ર હોય છે તેને વાયુ પૂરકયંત્ર કહે છે તેમાં ને વાયુ શોષકમાં તકાવત માત્ર અંદરના ઢાંકણાનો વાયુ શોષક્યતના ઢાંકણાની પેટે બહાર ન ઉઘડતાં અંદર ઉઘડે છે. અને દરેક વેળા-એ વધારે વધારે હવા અંદર જાય છે, તે પાસેની ૧૪ મી અકૃતિપરથી ખરાબર સમજાશે,

વાયુનુંવજન:—વાયુ શોષક અને વાયુપૂરક એ બે યંત્રનું વ-ચુત કયુ, તે ઉપરથી તમારા સમજવામાં આવ્યુંજ હશે કે પહેલા યંત્રમાંથી અમુક વાસણમાંથી વાયુ કાઢી નાંખાય છે, અને બીજીથી

વધારે વાયુ ભરાય છે. હવે નીચે લખેલા પ્રયોગ કરી જોશો તો તમને જણાશે કે વાયુને વજન છે.

આકૃતિ ૧૬ મી.



એક વાસણનું મોં ઉઘાડું જુદાંતે તેનું વજન કરવું. પછી વાયુશોષકચંદ્રવટે તેમાંથી વાયુ કાઢી નાંખી ચકલી બંધ કરીને તેનું વજન કરવું તો તમને વજનમાં વધારો થશે જણાશે.

એક વાસણનું મોં પાછલા પ્રયોગ પ્રમાણે ઉઘાડું રાખીને વજન કરવું. આદ તેમાં વાયુપરક ચંદ્રવટે ખુબ વાયુ ભરવો તે તેનું વજન કરવું. તો વજનમાં વધારો થશે જણાશે.

વીજા વાયુરૂપી પદાર્થનું વજન:—આપણી આજુબાજુ જે વાતાવરણ છે તે જૂદી જૂદી જાતના એ વાયુના એકા થવાથી બનેલું છે. એ વાયુને ઓક્સિજન ને નેટ્રોજન કહે છે. આપણે જે પાણી પીએ છીએ તે પણ એ વાયુરૂપી પદાર્થનું મિશ્રણ છે. તેનાં નામ હિડ્રોજન અને ઓક્સિજન છે. જૂતાં પડતર ટાંકાં, ફૂવા અથવા ભોંયરામાં એક જાતનો વાયુરૂપી પદાર્થ બને છે તેને કાર્બોનિક એસિડ ગણાય છે. આ પદાર્થ આપણે જ્યારે કોયલા કે લાકડાં સળગાવીએ છીએ ત્યારે, દીવો સળગાવીએ છીએ ત્યારે, અને શ્વા-

સ પાછો કાઢીએ છીએ ત્યાર પછી ખત છે. રસાયન શાસ્ત્ર સી-
ખશે ત્યારે તમને ધણા પ્રકારના વાયુની ખબર પડશે. આપણી
બાપામાં આ વાયુને માટે ખાસ નામ ન હોવાને લીધે અમે તે-
મનાં ઇંગ્રેજી નામ આપ્યાં છે. સઘળા વાયુરૂપ પદાર્થને વજન હોય
છે. વાતાવરણ કરતાં હેડોજન ધણોજ હલકો છે. નેટ્રોજન થોડો હ-
લકો છે, ઓક્સિજન લગીર ભારે છે અને કાર્બોનિક એસિડ ગ્યા-
સ વધારે ભારે છે.

સઘળા વાયુરૂપ પદાર્થમાં “પ્રતિસારણ” શુદ્ધ હોય છે. એના-
વડે એમના રજકણો એક બીજાથી દૂર જવાનો પ્રયત્ન કરે છે,
અને તેમને ગમે તેવા અને ગમે તેવા વાસણમાં ભરીએ તોપણ
તે વાસણમાં બધે ભરાઈ જાય છે. તમે ખીશો નહિ હો, આપણા
વાતાવરણનાં રજકણો એક બીજાથી દૂર જઈને આપણે હવા વગર
મરી નહિ જઈએ ! એ કે વાયુનાં રજકણોમાં એવો શુદ્ધ છે પ-
રંતુ તેમનાપર પૃથ્વીના ગુરુત્વાકર્ષણનું જેગણુ આકૃષ્ટ છે અને
તેથીજ તેમનામાં ભાર આવેલો છે. એ આકર્ષણવડે વાતાવરણ
પૃથ્વીને એકીતે વીંટલાયેલું છે. તે પાતળું ચમકે જતું નહિ રહે !
મહાસાગરમાં માછલાં વગેરે જળાનુરૂપ પ્રાણીઓ જેમ રહે છે તેમજ
આપણે પણ હવાના મહાસાગરને તળીએ રહીએ છીએ.

વાતાવરણનું દબાવણ:—વાતાવરણને ભારે છે તેથી તેનું દબાવણ
નીચેની બધી વસ્તુઓને લાગે એ ખુશ્કુંજ છે. ધન પદાર્થમાં સંબં-
ધાર્પણ વધારે હોવાથી તેનાં રજકણો આબુઆબુ ખશી શક્તાં નથી
અને તેથીજ તેનું દબાવણ તેની નીચેના પદાર્થ ઉપર થાય છે પરંતુ પ્રવાહિ
પદાર્થનાં રજકણો ગમે તે બાજુ જઈ શકે એવાં છે, એટલે તેમના

ઉપરના ભારને લીધે તેમનું દબાણ ચોતરફ થાય તેમાં શી નવાઇ !
વાયુરૂપી પદાર્થના રજકણમાં પ્રતિસારકપણું હોય છે. વળી વાયુરૂપી
પદાર્થને સંકોચ્યપ્રવાહિ એવું નામ આપેલું છે, કેમકે એમને જો-
ડલા દબાવીએ તેટલા તેઓ સંકોચાઇને દબાય છે. એવા પદાર્થો પોતે
દબાય છે એટલુંજ નહિ, પણ જોડલા જોરથી તેમને દાબીએ છીએ
તેટલાજ જોરથી તેઓ પોતાની અંદરના અને આશુઆશુના પદાર્થોને
સઘળી દિશામાં દબાણ કરે છે. પૃથ્વીની આશુઆશુ જે વાતા-
વરણ છે તેનાં નીચેનાં પડો ઉપરનાં પડોના દબાણને લીધે વધારે
દબાયેલાં હોય છે, અને તેથી તેઓ બીજા પદાર્થોને વધારે દબાણ
કરે છે, જેમ જેમ ઉપર જતા જઈએ તેમ તેમ પડો ઉપર, ઉપરનાં
બીજાં પડોનો ભાર કમી થવાથી દબાણ ઓછું થાય છે, અને તેથી
તેઓ પણ બીજા પદાર્થપર ઓછું દબાણ કરે છે.

આ એક વગર સાંધાની રજાની થેલી છે. હું તેને વાયુશોષક
યંત્રની ઉપર વાસણની નીચે મૂકું છું. વાસણમાંથી વાયુ કાઢી નાખું
છું. જોયું ! જેમ જેમ વાયુ ઓછો થાય છે તેમ તેમ આ થેલી ટુલ-
તી જાય છે ! જ્યારે વાસણમાંથી વાયુ બહાર કાઢ્યો નહોતો તેવારે
થેલી ચોટી ગયેલી હતી અને હવે કૂચે છે કેમ ? એનું કારણ એમ
છે કે જ્યાં સુધી વાસણમાં વાયુ હતો ત્યાં સુધી થેલી ઉપર તેનું
દબાણ હતું. જેમ જેમ વાયુ ઓછો થતો ગયો તેમ તેમ થેલીની
અંદરના વાયુનાં રજકણો પોતાના પ્રતિસારક ગુણને લીધે એક બીજાથી
દૂર જવાનો પ્રયત્ન કરે છે. અને તેથી કૂચે છે. હવે વાયુશોષક યંત્રની
પવન આવવા દેવાની શીરકી ફેરવીને વાસણમાં પાછો પવન આવવા

દઉં છું. જુઓ, થેલી કેમ બેસી જવા માંડી ? થયું ! પાછી હતી તેવી ચપટી થઈ ગઈ !

ઉપલા પ્રયોગથી તમે જોયું તેમ થેલીની પેઠે સઘળી વસ્તુઓ-પર વાતાવરણનું દબાણ પડે છે. પણ આપણે વાતાવરણને દેખી શકતા નથી અને આપણને તેનું દબાણ પણ લાગતું નથી. સારે એ દબાણ છે એમ કેમ મનાય ? હું તમને પ્રયોગ કરીને બતાવું. વાયુશોષક યંત્ર ઉપર એક કાચનું નળા જેવું વાળણ મૂકીને તેના ઉપર એક રબ્બરનો કટકો બાંધી દઉં છું. હમણાં રબ્બર કેવું સપાટ બંધાયું છે ? હવે હું વાયુ કાઢી નાખું છું. જુઓ ! જેમ જેમ વાયુ ઓછો થાય છે તેમ તેમ રબ્બર નીચલી તરફ ફૂલતું જાય છે ! જો હું વધારે વાયુ કાઢી લઉં, તો એ રબ્બર વખતે ફાટીએ જાય ! હવે એજ નળા ઉપર તમે તમારો હાથ દબાવો ! જો જો, હવા આવવા ન દેવી. હવે હું વાયુ કાઢી નાંખું છું. કેમ ! શું, ભાર લાગે છે ? ! હવે તમારો હાથ ઉપાડો. હા. ખરી વાત, એ બધો ભાર વાતાવરણનો છે. હવે આ એ અરધા ગોળ જેને ઇંગ્રેજીમાં “માગિડર્ગના અર્ધગોળ” કહે છે તેમાંથી આપણે વાયુ કાઢી લઈએ. જોયું, હવે એ ગોળા ઉપડતા નથી ! આ પ્રમાણે બતાવાય કે વાતાવરણનું દબાણ ઉપર, નીચે, આજુબાજુ, એમ સઘળી દિશામાં લાગે છે,

આકૃતિ ૧૬ મી.

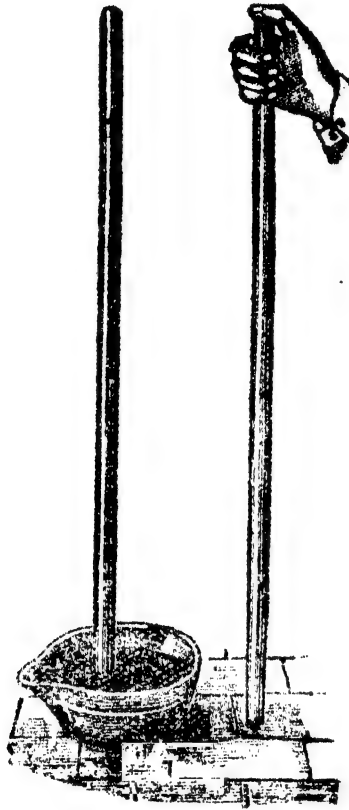


વાતાવરણનું દવાળ સમતોલનવર્ણાને લીધે લાગતું નથી:—ઉપરના પ્રયોગમાં આપણે જોયું કે જ્યારે આપણે આપણા હાથ નીચેથી હવા કાઢી નાંખી ત્યારે ઉપરની હવાનો ભાર આપણા હાથને જણાયો, પણ ત્યાંસુધી જણાતો નહોતો એવું કારણ એ કે ઉપર અને નીચેના દબાણનું સમતોલન થયું હતું. આપણી આજુબાજુ બધી દિશામાં વાતાવરણ છે, તેમજ આપણા શરીરમાં પણ વાયુ છે. તેથી ચારે તરફથી સરખો ભાર આવીને તેનું સમતોલન થાય છે; અને તેથીજ આપણને ભાર લાગતો નથી. જો આપણા શરીરમાં વાયુ ન હોત તો આપણે પેલી રજ્જીની યેલોની પેઠે કચરાઈને ચપટા થઈ ગયા હોત !

હજમ લોકો અથવા વાઘરીઓ રમડી મૂકે છે તે તમે જોઈ હશે, એને કેટલાક શિંગડી કહે છે. પેટમાં ડુબે કે એવું થાય ત્યારે ડાકતરો પણ વળતે એવીજ ક્રિયા કરે છે. તેને વહેતુર કહે છે. રમડી મૂકનાર રમડીને પેટપર મૂકીને પછી તેમાંથી પવન સુશી લે છે; અને ખૂબ ચૂસાપછી તેનું કાણુ બંધ કરી દે છે. ડાકતરો એક

નૂના કાચના ગ્લાસમાં રૂના પુમડાવડે “દારૂનો તેજ્ય” ચોપડીને તેને સળગાવે છે. તમારે પ્રયોગ કરવો હોય તો કોલનવોટર નામની સુંઘવાની દવા આવે છે તેનું પુમડું બોળીને પ્યાલામાં ચોપડીને સળગાવશો તો એ સળગશે. અંદર બળતું થવાથી માંહેની હવા પાતળી થઈને પ્યાલો લગભગ હવા વગરનો થઈ જાય છે. પછી એ પ્યાલો પેટ પર મૂકે છે. જેમ જેમ અંદરની હવા ટાઢી પડે તેમ કદમાં ઘટે છે, તે ટેટલીક જગા ખાલી પડે છે, તેથી અંદર વાતાવરણનું દબાણ નથી હોતું; પણ પ્યાલાની ઉપર દબાણ હોવાના સળખથી પ્યાલો પેટને ચોંટી જાય છે, અને પેટની અંદરનો વાયુ પોતાના પ્રસારક ગુણને લીધે કુલે છે અને તેથી પેટનો ભાગ પ્યાલામાં ઉપસી આવે છે. તેજ માદક રૂમડીમાં પણ ચુસી લેવાથી હવા ખાલી થાય છે. અને ઉપરનાજ કારણને લીધે તેમાં પણ પેટ ઉપસી આવે છે. બીજી વખતે પેટ કેમ નથી ઉપસી આવતું વાર ? કેમકે તેનાપર વાતાવરણનું દબાણ છે.

આકૃતિ ૧૭ મી.



ભારમાત્રકયંત્ર:-“બારોમિટર”:-આ જુઓ, એક ૩૩ અથવા ૩૪ ઇંચ લાંબી, અને એક છેડેથી બંધ એવી કાચની નળી છે. હું એને ઉભી રાખીને પાસાથી ભર છું પછી એના આ ઉધા-ડા મોંપર મારો અંગુઠો દબાવીને એને ઉંધી વાળું છું, અને પાસે ભરેલા આ વાસણમાં એનું મોં પાસા નીચે લઇ જઇને પછી મારો અંગુઠો લઇ લઉં છું. હવે જુઓ કેવી ગમ્મત થાય છે તે ! જ્યાં સુધી મારો અંગુઠો મોંપર હતો જ્યાંસુધી આખી નળીમાં પાસા

બરેલો હતો, અને જેવો મેં અંગુઠો લીધો કે પારો નીચે ચાલ્યો ? છેક નીચે જતો નથી હો ! થોડીવાર ઉંચો નીચો થકને આ ત્રણ ચાર ઈંચ નીચો ઉતરી ગયો ! હવે હું એની ઉંચાઇ માપું છું, તો લગભગ ઓગણત્રીસ ને ત્રીસની વચમાં થાય છે. નળીને પારો નીચે કેમ ગયો ? ત્રણ ચાર ઈંચ નીચે જતો પછી કેમ અટક્યો ? છેક નીચે કેમ ન ગયો ? પારાની ઉપર ખાલી થએલી જગામાં શું હશે ? આવા આવા સવાલ તમારા મનમાં થાય એ ખૂલ્લું છે. હું તમને એના જવાબ દઉં. પારો પોતાના વજનને લીધે નીચે ઉતરે તે ઉધાડું છે. ને તે પ્રમાણેજ તે નીચે ઉતરવા લાગ્યો. પરંતુ એ પારો જ્યારે વાસણમાં ઉતરે ત્યારે વાસણની અંદરના પારાને એને માટે જગા કરવીજ જોઈએ. એને માટે માર્ગ કરવા એ પારો વાસણમાં ઉંચે જાય, કેમકે વાસણ તો કાંઈ પહોળું થાયજ નહિ. પણ ઉંચો થતાં તે વાતાવરણના દબાણની સામી બાજુએ જોર કરવુંજ પડે. આ જોરનું પ્રમાણ નળીની અંદરના પારાની ઉંચાઇપર આધાર રાખે છે. તે જેમ વધારે ઉંચો હશે તેમ નીચેના વાસણના પારાને વધારે જોરથી ઉંચે લઈ જશે. બ્યાસુધી નળીના પારાની શક્તિ વાતાવરણના દબાણ કરતાં વધારે હોય ત્યાંસુધી તેને ઉંચો ચડાવે ને પોતે નીચે ઉતરે. પણ જ્યાં એ શક્તિ અને વાતાવરણનું દબાણ બરાબર થયું, અને તેનું સમતોલન થયું એટલે તે વાસણની અંદરના પારાને ઉંચો ચડાવી શકશે નહિ અને પોતે નીચે ઉતરી શકશે નહિ પણ તે જગાએજ સ્થિર રહેશે. નળીમાં પારા ઉપરની ખાલી જગામાં કાંઈ નથી એટલે એટલી જગા હવા વગરની ખાલી છે. કાંઈપણ કારણથી વાતાવરણનું વજન વધે અને તેથી તેનું દબાણ વધે તો વાસણની અંદરનો પારો નળીની અંદરના પા-

રાને દાખીને ઉંચો ચડાવે. વજન ધટે તો તેથી ઉલટું બને; આ પ્રમાણે આ યંત્ર દવાનું દવાણુ બતાવે છે માટે એને ભારમાપકયંત્ર કહે છે. ઇટાલી દેશમાં રહેનાર એક ટાસેલી નામના ગૃહસ્થે આયંત્ર પહેલવહેલું શાધી કાઢ્યું, માટે તેની નામના આતર નળીની અંદરની ખાલી જગાને “ટાસેલીનો નિર્વાત પ્રદેશ” એવું નામ આપ્યું છે.

આ. ૧૮ મી.

માપમાપક યંત્ર—વાયુગત્ત્વ માપક

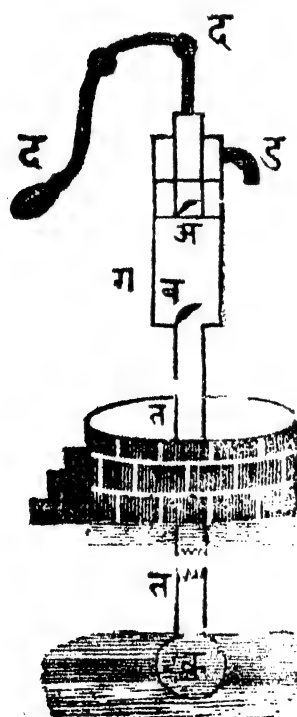


યંત્રનો વર્ણન:—ભારમાપક યંત્ર નૃદા નૃદા પ્રકારનાં હોય છે. પણ બધામાં મૂળ ગો-લવણુ એકજ જાતની હોય છે. નીચેના વાસણુની અંદરના પારાથી નળીનો પારો ઇટલો ઉંચો છે તે જળુવાને નળીની નીચે એક પટ્ટી ચોટી છે તેના ઉપર ઈંચ, અને દરેક ઈંચના દસ દસ ભાગ પાયા હોય છે, તેથી પારાની ઊંચાઇ જણાય છે. જમીન કિંવા પરતતની ઊંચાઇ માપવાના કામમાં આ યંત્ર વપરાય છે. વાતાવરણમાં જેમ જેમ ઊંચે જઈએ તેમ તેમ વાતાવરણનું દવાણુ કમી થતું જાય છે, એકાદા ડુંગરની તેજેડીમાં ઉભા રહીને આ યંત્રમાં પારાની ઊંચાઇ માપીએ, અને પછી તેની ટોચ ઉપર જઈને માપીએ તો તો પારો થોડા નીચે ઉતરી ગયેલો માલમ પડશે. આ ઉપરથી જોઈએ પારો નીચે ઉતરે તે પ્રમાણે તેની ઊંચાઇ કાઢી શકાય. દરિયાની સપાટીપર પારાની ઊંચાઇ ૩૦ ઈંચ હોય છે અને પારો દર ૯૫ ફીટ જેટલો ઈંચ નીચે ઉતરે છે.

આ યંત્રને જો એકની એક જગ્યાએ રાખીએ તોપણ એની ઉંચાઈમાં ફેર પડે છે. ગરમી, વિજળી, વરસાદ, પવન, ધૂણાદિ કારણો વડે વાતાવરણના વજનમાં ને તેથી તેના દબાણમાં વારે વારે ફેરફાર થયા કરે છે, ને તેથી એમ બને છે. એમાસામાં વરસાદ આવવાનો હોય છે ત્યારે વાતાવરણનું વજન ધટી જાય છે. અને તેથી આ યંત્રમાં પાસે નીચે ઉતરી જાય છે.

પાણીના ઘંઘા:—ઉપર કહી ગયા કે નળામાં પાણી સુમારે રાખી રીટ ઉંચે ચઢે છે. હવે પાણી પાસા કરતાં ૧૩ા મહત્ત્વ હલકું છે, તેથી પાણીની જગ્યાએ જો પાણી ભર્યું હોય તો તે વાતાવરણના દબાવને લીધે સુમારે ૩૦ રીટ ઉંચું પડે.

આકૃતિ ૧૯ મી.

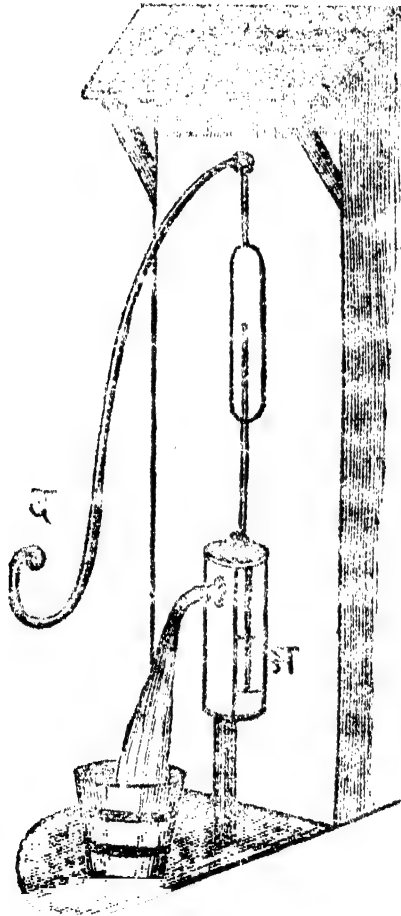


જાંખારડે કુવામાંથી પાણી ઉપર કેવો રીતે ચડે છે તે જો-
ઈએ. પાણીની આકૃતિમાં જુઓ. આ ચિત્રમાં દ, દ, એ એક
દાંડો છે. અને જડેથી એક દાંડો નળીમાં મજબૂત બેસાડ્યો હાય
છે. તેને ઉંચો નીચો કર્યાથી નળીમાંનો દાંડો ઉંચો નીચો થાય છે
દાંડામાં “અ” એક ઢાંકણું છે તે ઉપરનાં પાણુપર ઉપર છે. તે
તેજ નળીમાં જીવુ “વ” ઢાંકણું છે તે પણ ઉપરનીજ પાણુ ત-
રફ ઉપર છે એ “ગ” નળી એક “ત” નાળની નળી ચોડી છે.
અને તેના હોટે “ક” નળી છે. નળીની જરૂર એટલી જ કે જે જે
વખો ને તેમાં પડી પાણી જતા તે વખો તેમાં જરૂર હોયદિ.
જાય નહિ. હવે પાણી કેમ ઉંચું ચડે છે જુઓ.

દાંડો તેંત ઉંચો થાય તો તેટલી જગા થાય વગરની ખાલી
થાય એટલે સાં આવવાને “ત” નળીમાંની હવા જોર કરે અને
“વ” ઢાંકણું ઉંચાડીને સાં આવે પડી જ્યારે દાંડો નીચો જાય
ત્યારે “અ” ઢાંકણું ઉંચાડીને હવા ઉપર જાય. એ પ્રમાણે નળી અને
ચંત્રની અંદરની બધી હવા જઈને સાં ખાલી જગા થાય છે. આ
પ્રમાણે જેમ જેમ નળી ખાલી થતી જાય તેમ તેમ દૂવાના પાણી-
ના ઉપરના દવાણુને લીધે તેમાં પાણી ચડતું જાય છે. નળી બ-
રાવા પડી પાણી ચંત્રમાં જાય છે અને છપટે “ક” રસ્તે પાણી
બહાર પડે છે. આ પ્રમાણે ૩૦ અથવા ૩૨ જીટ ઉંચાઈએ પાણી
ચડી શકે છે. માટે “ક” મોઢાની અને પાણીની વચ્ચે એનાથી
ઝાણું અતર હોવું જોઈએ. બંધાને જો ધણા દિવસ વાપરીએ ન-
હિ તો તેના દાંડાનો દટો સૂકાઈ જાય છે અને એમ બને છે એ-
ટલે જ્યારે દાંડો ઉંચો જાય ત્યારે તેમાં હવા પણ જઈ શકે છે

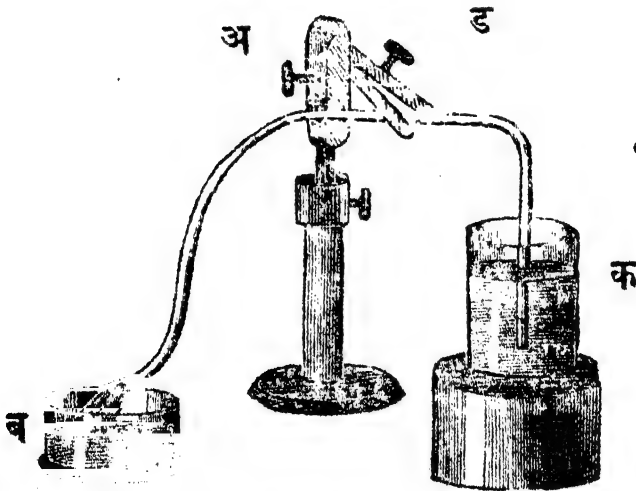
તેથી પાણી ઉંચું ચડી શકતું નથી. આથી બંને સારે દેહા ઉપર
યોડ પાણી રેડતું નથી તે મજબૂત બંધ બેસતો થઈ જશે, અને
પાણી ઉંચું ચડશે.

આકૃતિ ૨૦ મી.



આ વિષય પૂરો કર્યા પહેલાં હું તમને એક યંત્રની રચના બતાવું છું. ઉશ્ચિત્રમાં એને “સાઈફન” કહે છે. પાસેની આકૃતિમાં એ યંત્ર કેવી રીતે કામલાગે છે તે બતાવ્યું છે. ક હ અ બ નળી છે. ને તેના એક છેડા ટુંકા ને બીજા લાંબો છે. પહેલાં એને પાણીથી ભરીને પછી તેને ક વાસણમાં ટુંકા અને બ વાસણમાં લાંબો છેડો એમ મૂકે છે. નળીમાંનું પાણી પોતાના ભારથી બ વાસણમાં આવે છે. અને નળીમાંની જગા ખાલી થાય છે તે જગામાં ક વાસણમાંનું પાણી વાતાવરણના દબાણથી આવે છે. જેનું તે લાંબા છેડામાં આવ્યું કે પોતાના ભારપડે નીચે પડે છે ને વળા ખીજું પાણી આવે છે એ પ્રમાણે જ્યાં સુધી “ક” વાસણમાં પાણી હોય છે ત્યાં સુધી નળીમાં આવે છે, ને પછી બ વાસણમાં આવે છે. આ પ્રમાણે કાષ્ઠ/પણ વાસણમાંથી ઢળ્યા વગર બીજા વાસણમાં કાઈ પ્રવાહી રેડાય છે.

આકૃતિ ૨૧ મી.



કેરોમાઈન તેલના ડબ્બામાંથી તેલ, અને દારૂનાં પીપમાંથી દારૂ આ રીતે કઢાય છે. આપણા હોડા આ યંત્રના જેવાં રમકડાં બનાવે

છે તે જાતમે જોયાં હશે. પાટણમાં હાથી બનાવાય છે, જેની સુઠ પાણી ભરીને પવાલામાં મૂકીએ તો બધું પવાલું ખાલી થઈ જાય છે. તેમ જ નાશક અને પુનામાં એક પવાલું બનાવે છે જેમાં કૃષ્ણના બાપ વસુદેવની મૂર્તિ હોય છે. એ મૂર્તિનો પગ પોલો હોય છે અને એના

આકૃતિ ૨૨ મી.



માથાપર એક સુપડામાં કૃષ્ણની મૂર્તિ હોય છે તેનો પગ નીચેલાંબો કરેલો હોય છે પવાલામાં તમે પાણી ભરતા ભરતા જ્યાં કૃષ્ણના પગને અડે ત્યાં સૂધી ભરે કે “સાદરે” ભરાય, ને તરત જ પાણી બહાર ઢળી જાય છે ને પવાલું ખાલી થાય છે. કસ રાજાના બીને કૃષ્ણનો બાપ તેને ગોકુળ મૂકવા ગયો ત્યારે જમના નદીમાં પૂરે હોવાથી તે જઈ શક્યો નહિ વાસુદેવ પોતાના દીકરાને ઉઘો કરે તેમ તેમ જમનાનું પાણી ઉંચું ચડે; પછી જ્યારે કૃષ્ણ પોતાનો પગ લાંબો કરીને જમનાના પાણીને અડાડ્યો ત્યારે જમનાના બે ભાગ થયા. અને બધું પાણી જતું રહ્યું એવી કથા ભાગવતમાં છે, એ બતાવવાને આ રમકડું બનાવવામાં આવ્યું છે. અજ્ઞાન લોકો જે બહુલા નથી તે સમજે છે કે કૃષ્ણનો પગ અડવાથી પાણી જતું રહે છે પણ ખરું જોતાં વાતાવરણના દબાણથી પાણી જતું રહે છે. વિદ્યા નગર માણસ આમ ક્ષમાય છે !

ગતિમાન (ચલિત) પદાર્થ.

પદાર્થની કર્તૃત્વશક્તિ અને કામ—પદાર્થ કવી રીતે બનેલા છે, તેઓ ક્યારે ધન હોય છે, ક્યારે પ્રવાહિ હોય છે, ક્યારે વાયુરૂપ હોય છે, આ દરેક હાલતમાં તેમના આકાર કેવા હોય છે, આકારમાન કેવું હોય છે, તેમાં કેવા કેવા ફેરફાર થાય છે એ સંબંધી આપણે અત્યાર સુધી કહ્યું. પરંતુ જૂદે જૂદે પ્રસંગે તેજ પદાર્થ જૂદા જૂદા પ્રકારનાં કામ કરે છે તે સંબંધી આપણે કાંઈ વાત કરી નથી. જમીનપર પડેલા પથરો અને હાથવડે ફેંકેલા પથરો જૂદાજ પ્રકારનાં કાર્ય કરે છે. તંબુરાના તાર એમને એમ બાંધ્યા હોય છે ત્યારે અને તેજ તારને જ્યારે છેડીએ છીએ ત્યારે તે જૂદાંજ કામ કરે છે. દીવાસળી આપણા હાથમાં હોય ત્યારે, અને આપણે જ્યારે તેને પેટી ઉપર કાળો પદાર્થ હોય છે તેના પર ઘસીએ ત્યારે જૂદું જૂદું કામ કરે છે. આજ પ્રમાણે કાચનું ખાલી વાસણ હોય તેના કરતાં તેજ વાસણને રેશમના લૂગડાપર ઘસીએ ત્યારે જૂદીજ અસર પેદા કરે છે. પદાર્થ આવી ગમે તે હાલતમાં હોય પણ તે વખતે તેનાથી કાંઈપણ કામ બને છે, અથવા તે કરવાની તેનામાં શક્તિ હોય છે. આવી કાંઈપણ કામ અથવા અસર પેદા કરવાની શક્તિને આપણે કર્તૃત્વ શક્તિ કહીએ. પદાર્થની કર્તૃત્વશક્તિ ચાર તરેલી હોય આપણા ખ્યાલમાં આવે છે.

(૧) તે ગતિમાન (ચલિત) હોય છે ત્યારે.

(૨) તે કંપિત (ધ્રુજતો) હોય છે ત્યારે.

(૩) તે ગરમ હોય છે ત્યારે અને.

(૪) તેમાં વીજળીનો પ્રવેશ થયો હોય છે ત્યારે. પદાર્થની કર્તૃત્વશક્તિ તેનાથી જોડાયું કામ થાય તેથી સમજાય છે. માટે કામના એકમ એટલે શું, તેના નિશ્ચય કરવો જોઈએ. એક શેર વજનને એક ફુટ ઉચકીએ તેનું નામ એક કામ; અને જોડાયું કરવાની શક્તિ એનું નામ એક કર્તૃત્વ. આ ઉપરથી સમજાશે કે બે શેર વજન એક ફુટ ઉચકું ઉચકીએ, અથવા શેર વજન બે ફીટ ઉચકીએ તો બમણું કામ થાય. પદાર્થના વજનને તે જોડલા ફીટ ઉચકાય તેણે ગુણીએ તો તેણું કામ થયું એમ કહેવાય. ધારે કે સાદા શેર વજનને ૩૦ ફીટ ઉચકયું તો કામના ૧૮૦૦ એકમ થયા.

ગણિત અને અનુભવ વડે ગતિમાન પદાર્થના કેટલા નિયમો જણાય છે તે તમારાથી સમજાશે નહિ, માટે આ નાના પુસ્તકમાં જોડલા નિયમ લખવામાં આવે તેટલાજ માત્ર તમે બંનેબર યાદ રાખજો. પદાર્થનાં જૂદાં જૂદાં પ્રકારનાં સંયોગાં કામ આ નાના પુસ્તકના લખી શકાય તેમ નથી. આ પુસ્તકમાં તો માત્ર દરેક વિષયનું નિદર્શન કરાવવુંજ ધારાએ છીએ. દરેક વિષય કેટલી જરૂરનો છે તે સમજાવીશું.

પદાર્થની કર્તૃત્વશક્તિ અથવા કામ કરવાની યોગ્યતા:—

આ યોગ્યતા પદાર્થનું વજન અને તેના વેગના વર્ગના ગુણકારના પ્રમાણમાં હોય છે.

જો એક શેર વજનના પદાર્થને કાંઈ વેગની ગતિ આપવાથી એક કામ થતું હોય તો તેજ પદાર્થને બમણું વેગની ગતિ આપીએ તો તેનાથી ચાર ગણું કામ થાય. તેજ પદાર્થને જો ત્રમણી

ગતિ આપીએ તો નવગણું વધારે કામ થાય. એ પ્રમાણે ગતિના વર્ગના પ્રમાણમાં કામ વધે છે.

આ નિયમ બરોબર સમજાય માટે ધારો કે એક શેરના ૫-ચરાને એક જોરથી (શેર વજનને એક ફુટ ઉચ્ચતું તે એક જોર) ઉંચે ફેંકીએ અથવા તો કાઢવના ઢગલામાં ફેંકીએ ત્યારે તે ૧૬ ફીટ ઉંચે જાય છે અથવા તો કાઢવમાં એક ફુટ પેશી જાય છે. હવે જો બે “જોર”થી ફેંકશું તો ૬૪ ફીટ ઉંચે જશે અથવા જો કાઢવમાં ફેંક્યો હશે તો ચાર ફીટ પેશી જશે. જો ત્રણ “જોર”થી ફેંક્યો હોય તો નવ ગણો ઉંચે, અથવા નવ ગણો ઉંડો પેશી જશે. પથરો ધીરે રહીને મૂકીએ તો સોપારીને ઈજા નથી કરતો પણ જો જોરથી અક્ષાણીએ તો એનો ચુરો કેમ કરી નાંખે છે તે હવે તમને સમજાયું હશે. બેવડા જોરથી તરવારનો ધા કયો હોય તો ચોગણું વધારે નુકસાન કરે છે. આ ઉપરથી ગતિનો વેગ વધાર્યાથી કામ કરવાની શક્તિ અથવા યોગ્યતા કટલી વધારે વધે છે તે તમને જણાશે.

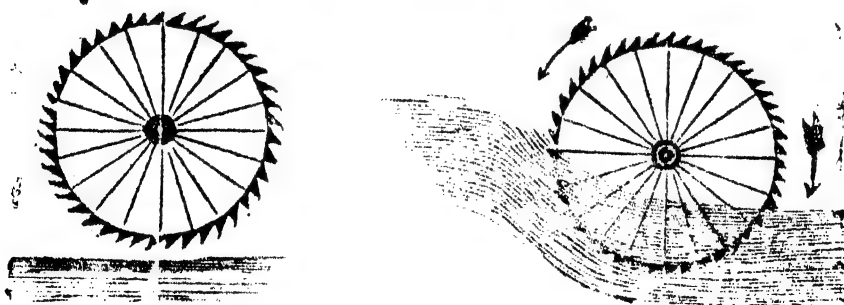
સ્થિત પ્રમાણે કામ કરવાની યોગ્યતા:—જ્યારે પદાર્થ સ્થિર અવસ્થામાં હોય છે ત્યારે તે જે ઠેકાણે હોય છે તે ઠેકાણા પ્રમાણે તેની અંદર કામ કરવાની યોગ્યતા વધારે ઓછી હોય છે. ધારો કે બે સરખા બળવાન અને ચાલાક માણસ છે અને એની પાસે પથરાના ઢગલા છે, પણ તેમાંના એક અગાશીપર ઉભો છે અને બીજો બોંય ઉપર ઉભો છે.

તમને કાંઈ પૂછે કે એ બે જણા બંડે તો તેમાં કાણુ જીતે ?

તમે તરતજ જવાબ દેશો કે અગાશીવાળો જીતશે. એ રીતે ઠેકાણા પ્રમાણે કામ કરવાની યોગ્યતા ઓછી વતી થાય છે.

પદાર્થની અંદર કાષ્ઠપણુ કામ કરવાની યોગ્યતા હોય એટલે થયું. એણે એ કામ કરવુંજ જોઇએ એમ નથી. તેમજ તે શક્તિ તેની અંદર ગમે તેમ આવી હોય. બહુકમાં દારૂ ભરીને ગોળા નાંખી એટલે થયું; એનામાં ગુપ્ત શક્તિ આવી. હાથમાં કુહાડી લઇને હાથ ઉંચો કર્યો એટલે તેનામાં ગુપ્ત શક્તિ આવી. એણે લાકડું કાપવુંજ જોઇએ એમ નહિ. તમે પાણીની ચક્કી જોઇ છે? પાસેના ચિત્રમાં બતાવ્યા પ્રમાણે એક પાણીના વહેણાની સપાટી ઉંચી છે અને બીજાની નીચી છે તે પાણીની ચક્કી ફેરવવાની શક્તિ કોની વધારે તેનો શો જવાબ દેશો? તમે કહી શકશોજ કે જે પાણીની સપાટી ઉંચી છે તે ચક્કીનાં પૈડાં ફેરવી શકશે તે જેની સપાટી નીચે છે તે નહિ ફેરવી શકે.

આકૃતિ ૨૩ મી.



આ રીતે જે ઠેકાણે પદાર્થ હોય છે તે ઠેકાણા પ્રમાણે તેની કામ કરવાની યોગ્યતામાં વધારો ઘટારો થાય છે.

ઉપર વર્ણુઆ પ્રમાણે પદાર્થની કામ કરવાની યોગ્યતા વખતે દેખીતી હોય છે અને વખતે ગુપ્ત પણ હોય છે.

ગતિના કે પ્રકાર:—ગતિના ધ્યાનમાં રાખવા ભેગ જે પ્રકાર છે. એક તો સીધી લીટીમાં જવાનો અને ખીજો મધ્ય ભાગમાંથી નીકળી જવાને માટે ગોળ કરવાનો. આ બીજી ગતિને મધ્યોત્સારી ગતિ કહે છે. આ અને ગતિ ઉત્પન્ન કરવાને ભેરની જરૂર પડે છે. આ ભેરવડે પદાર્થમાં ગતિ આવી એટલે કામ કરવાની યોગ્યતા આવે છે, અને એ શક્તિ પ્રમાણે તેનાથી કામ થાય છે. જો ગતિને એવડી તેવડી વધારી, તો કામ યોગ્યું અને નવગ્યું થાય છે. ગતિમાન પદાર્થને માટે આ પ્રમાણે જોડકું શીખ્યા તેડકું હાલ પાસ છે. હવે પદાર્થના કંપન વિશે તમને કહું છું.

કંપિતપદાર્થ(આંદોલમાન પદાર્થ) પદાર્થનું (આંદોલન):-

કંપનારા પદાર્થનાં સ્વરૂપ જોવાની જગા ઓડીને બીજી જગાએ જતાં નથી. પણ તેની તે જગાએ આમ તેમ દાવે છે. એને પાર્શ્વના હાલવા જોડે સરખાવીએ તો આવે તમે કાલ દિવસ ચીપીઓ લાઇને તેને ભોંગજોડે આજુબોજો છે? બુઝ્યા હું કરી પતાવું? એના હાંડા કેવા દાણે છે? પાંચની જગા ઓડીને દૂર જતા નથી, પરંતુ આધા પાછા આધા પાછા કેવા થર થર થાય છે?

કર્તૃત્વનું રૂપાંતર:—પદાર્થની કર્તૃત્વ શક્તિથી નિરંતર એક જ પ્રકારનું કામ થાય છે એમ નથી. તમે એકાદો લાકડાનો દંડુકો ફેંકો એટલે તેનામાં કર્તૃત્વ શક્તિ આવે આ દંડુકો જો ટાઈ ચક્રની સાથે

અથવા તો તે ફરવા માંડે. હવે એજ દંડુકો ને કોઈ પારણાને અથ-
ડાત તો તેને આધું પાછું હલાવત અથવા એ દંડુકો ને પાણીમાંપડત
તો તે પોતેપાણીમાં આમનેમ હાલત ને તેમાં લહેરો ઉત્પન્ન કરત.
વળી આ દરેક કાગથી વાયુને પાછી ગતિ મળે અને એ ગતિયોગે
વાયુ પાછો બીજા પ્રાંતકાને ગતિ આપશે એ તો કહેવાય નહિ. તમે
જેવું ? આ દંડુકાનું જોર જે પહેલાં સીંધી લીટીમાં જવાનું હતું તે
ચક્રરને ગોળ ફેરવે છે, પારણાને આગ તેમ હલાવે છે; અને પાણી
માં પોતે આગ તેમ ડોલાને લે'રો ઉત્પન્ન કરે છે. આ પ્રમાણે જો-
રનાં તરહતરેકનાં રૂપાંતર ચાલે, પણ તેનો કદી કોઈ પણ જગાએ
નાશ થતો નથી.

જોલાંલાવાં અને કંપ:—પદાર્થ અથવા તેનાં રચકણો ને
ધીરે ધીરે આગ તેમ હાવનાં હોય તો તે આપણી નજરે દેખાયછે,
અને આપણે કહીએ છીએ કે જોલાં આવે છે, પણ જો તેજ જોલાં
ઝીટલી વધારે ઝડપથી આવે કે આપણી નજર તેનાપર દરે નહિ
ભારે આપણે કહીએ છીએ કે તે કંપે છે. પારણું, હીંચકો છલા-
દિને આપણે કહીએ છીએ કે તે આગ તેમ જોલાં આવે છે, પણ
તથુરાના તારને થરથર થાય છે અથવા કંપે છે એમ કહાંએ છીએ
જો એક તાર થરથરે તો તેની પાસેના બીજા તાર થરથરે
એ પ્રમાણે કંપનાર પદાર્થના પાસેના પદાર્થ પણ કંપે અને જો તેની
આજુ બાજુ પ્રસાદિ અથવા વાયુરૂપ પદાર્થ હોયતો તેમાં લહેરો
પેદા થાય છે.

કોઈ તળાવને કાંઠે જઈને તેમાં પથરો ફેંકો. તમારો તે પથરો
પડ્યો તે જગાથી થઈને એ બાજુ ફેલાશે. અને છેક દિનારે આ-

વીને અથડાશે. તમે આવું ધણીવાર જોયું હશે; નદી અથવા દરિયામાં વપનને લીધે આ પ્રભાણે લહેરો ઉત્પન્ન થાય છે.

પદાર્થનાં કંપનથી પાણીમાં થતી લેહેર અને હવામાં થતી લેહેરમાં તફાવત:—આ જુઓ આપણી અગાડી આ મોડું તપેલું પાણીનું ભર્યું છે; એ પાણીપર આ લાકડીથી એક ફટકો માર્યું. જેવી મારી લાકડી પાણીને અડી કે તમને “ફટ” કરીને સંભળાયું. અને પાણીમાં ચારે બાજુતરફ લહેરો ઉત્પન્ન થઈ, તે આપણે જોઈ. તપેલાની બહાર વાતાવરણ છે અને તે તપેલાના પાણીને અડેલું છે. સજળ ઉપર ઢહી ગયા તેમ તેમાં પણ લહેરો થઈ, આપણે મૂળે વાતાવરણને જ જોઈ શકતા નથી તો તેની લહેરોને શી રીતે જોઈ શકીએ વાર ? પણ એ લહેરો આપણા કાનમાં જઈને ત્યાં સંભળવાની ઢાલકી જેવું છે તેને અથડાઈ; ને તેથી આપણે “ફટ” એવો અવાજ સંભળ્યો. આ પ્રયોગથી તમારા લક્ષમાં શી વાત આવવી જોઈએ વાર ? હા, તેજ કે પદાર્થના કંપનથી પાણીમાં થયેલી લહેરો આપણી નજરે દેખાય છે, અને હવામાં થયેલા લહેર કાને સંભળાય છે.

અવાજ અને સૂર:—પદાર્થને જો એક ફટકો મારીએ તો તેનાથી અતે લહેર ઉત્પન્ન થાય છે. કાનમાં પણ તે એકજ લહેર જાય છે અને અવાજ પણ એજ સંભળાય છે, પણ જો એકપછી એક એમ વધારે ફટકા મારીએ તો એક પછી એક એમ વધારે લહેરો ઉત્પન્ન થાય, અને અવાજ પણ એક પછી એક એમ વધારે અને છુટા છુટા સંભળાય.

પરંતુ જો આ ફટકા ઊપરા ઉપરી મળી ઝડપથી પડે ને તેથી બહેરો પણ ઝડપથી પેદા થાય તો અવાજ પણ છુટો છુટો ન સંભળાતાં ઝડપથી સંભળાય. હહેરો પેદા કરનાર પદાર્થ જ્યારે કપિલ હોય ત્યારે એમ બને, અને જ્યારે એમ બને છે ત્યારે આપણે એને “સૂર” કહીએ છીએ. જો આ ફટકાની સંખ્યા થોડી હોયતો આપણે નીચે અને જાડો સૂર સાંભળીએ છીએ, અને જો વધારે હોયતો ઉંચો ને ઝીણો સૂર સાંભળીએ છીએ. જો એક સેકન્ડમાં ૧૬ ફટકા (અગાડી આવેલું યંત્ર જુઓ,) વાગે તો તે છુટા છુટા સંભળાતાં નથી. અને એક અખંડ સૂર સંભળાય છે, પણ એ સૂર છેક નીચે હોય છે. પછી જેમ જેમ એક સેકન્ડમાં ૩૨, ૮૧, ૯૨ સુધી ફટકા પડે ને તેથી જે સૂર નીકળે તે સાધારણ જાણનારા પારખી શકે છે. આવી રીતે ચઢતાં ચઢતાં સૂરવડે ૮ સપ્તક થાય છે, પણ કેટલાક ગાયનસાધનામાં પ્રવીણ સાંભળનાર ૭૩૦૦૦ ફટકા સુધીની સૂરાવટ ઝાળખી શકે છે.

ગવૈયા લોકો સપ્તસૂર કાઢે છે તેમાંનો પહેલો એટલે સૌથી નીચો “સા”† નામનો સૂર સાંભળશો, અથવા તમેજ કાઢશો તો તેમને “અ-અ-અ-અ” એમ છુટું છુટું સંભળાશે. પણ તે પછીના સૂરમાં તેમ નહિ થાય. તેમાં કાંઈ છુટું નહિ સંભળાય. તંબૂરાનો પીતળનો આ તાર જુઓ ! એને “ધોર” નો તાર કહે છે. હું એને છેડુંછું. જુઓ ૨-૨-૨-૨-૨ એમ સંભળાય છે. પણ આ બીજા તારમાં એમ છુટું સંભળાય છે ? “ધોર” નો તાર બીજા

† સૂર સાત છે. (સા. રિ. ગ. મ. પ. ધ. નિ.) તે એકએકથી

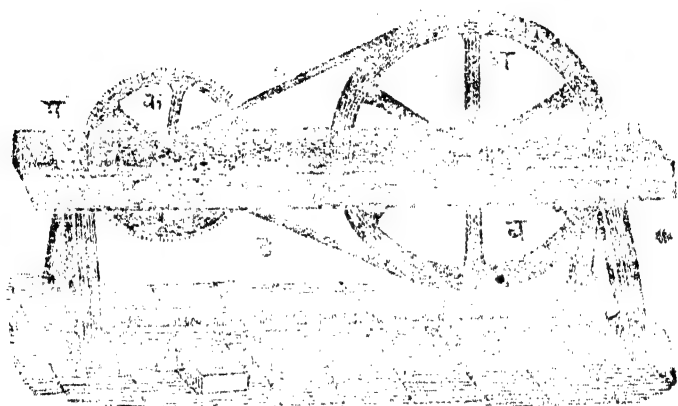
૧ ૨ ૩ ૪ ૫ ૬ ૭ છે .

તાર કરતાં ઢીંચો હોય છે, અને ઝોછો કંપિત હોવાથી ઝોછા ફટકા લાગે છે, ને ઝોછી લહેરો ઉત્પન્ન થાય છે તેથી એમ સંભળાય છે. પરંતુ બીજા તાર વધારે તાણેલા છે તેથી એમ થતું નથી, માટે એમ સંભળાતું પણ નથી.

સેવર્ટનું ચક્ર* અમુક ઉચ્ચાઈનો સૂર શ્રવણને આટલા ફટકા લાગવા બેઠાએ એ સેવર્ટનું ચક્ર નામના યંત્રથી બરોબર જણાય છે. લાકડાના ચોગડામાં એક મોટું ચક્ર ફરે છે. તેની અગાડી તેના જોડે ત્રણ એવું એક બાબુનું ચક્ર ફરે છે. આ નાના ચક્રને દાંતા હોય છે. મોટા ચક્ર ઉપર ને નાના ચક્રના અંશ ઉપર એક દોરી બાંધી હોય છે તેથી મોટું ચક્ર ફરતીએ એટલે ત્રણ ફરે છે. મોટાનો એક ફેરો થાય કે નાના ના ૧૦૦ ફેરો થાય છે. નાના ચક્રપર દાંતા પણ ૧૦૦ હોય છે. નાના ચક્રની અગાડી લાકડાના નાના ચોગડામાં ધાતુની નરમ વજે એવી પટી જડી લીધી હોય છે, તેનાપર નાના ચક્રના દાંતાના ફટકા વાગે છે. આકૃતિમાં અ મોટું ચક્ર, ને બ તે ફરવાનો દાયો હોય છે. ક નાનું ચક્ર. ક મોટા ચક્રને નાના ચક્રની ધરીપર બાંધેલી દોરી છે. પ ચોગડામાં બેસાડેલી ધાતુની વજે એવી પટી છે. ચિત્રમાં બતાવેલી ય એક કાંટાવાળી તકલી છે તેને નાના ચક્રની ધરી સાથે લગાડી દેવાય છે, તેથી તે ચક્ર ફેરતીવાર ફરે છે તે જણાય છે.

* આપણી બાપામાં આ યંત્રને માટે ખાસ શબ્દ ન હોવાથી એનું ઉમેજી નામ રાખ્યું છે.

આકૃતિ ૨૪ મી.



હવે અમુક ઉંચાઈનો સૂર કાઢવાને હાંતાના ફટકા વાગવા જોઈએ એ કેવી રીતે કાઢે છે તે જોઈએ. દરેક હાંતો પટીપર આવે જોઈએ એક ફટકો વાગે. અને અચાજ થાય, હવે નાંતો ચક્રરતે ૧૦૦ હાંતો હોય છે માટે એ ચક્રરતો એક ફેરો પૂરો થાય ત્યારે સો ફટકા વાગે એ ખુલ્લુંજ છે. આ ચક્રર એક સેકન્ડમાં એક ફેરો ફરે તો એક સેકન્ડમાં ૧૦૦ ફટકા વાગે. આ ફટકા કાનને છુટા છુટા સંબંધાશે નહિ અને તેનાથી એક નીચેથી સૂર સંબંધાશે હવે મોટું ચક્રર જે એક સેકન્ડમાં એક ફેરો ફરે એમ ફેરવીએ તો તેનાથી નાનું ચક્રર સોગાર ફરશે. અને તેને સોહાંતો હોવાથી $100 \times 100 = 10000$ ફટકા વાગશે. આમ થાય ત્યારે તેના વડે ઉંચો સૂર સંબંધાશે. મોટું ચક્રર જેમ ધીરું અથવા કિનાવળું ફેરવીએ તો તેનાથી ગમે તેટલી ઉંચાઈના જૂદા જૂદા સૂર સંબંધાય એ ખુલ્લુંજ છે.

કાંઈ અમુક સૂર પેદા કરવાને ફટકા ફટકા વાગવાની જરૂર છે.

એ જો જોવું હોય તો આપણે એ સૂર માંવો, અને પટ્ટીમાંથી નીકળતો સૂર જરાજરા એના જવોજ સંભળાય તેવી રીતે ચક્કર ધીકું અથવા ઉંતાવળું ફેરવવું. જ્યારે એ સૂર (પટ્ટીનો અને આપણે ગાતા હોઈએ તે અથવા તો કોઈ વાજાંત્રનો સૂર માંવો હોયતો, વગાડતા હોઈએ તે) મળે ત્યારે નાનું ચક્કર કેટલું ફર્યું તે જોવા સારૂ ધડીઆળા માં જોવાને જીજ્ઞાસાને કહેવું ધારો કે એ માણસને જણાયું કે એક મીનીટમાં ૬૦૦૦૦ ફટકા વાગ્યા; તો એ હિસાબે એક સેકન્ડમાં ૧૦૦૦ ફટકા વાગ્યા, તમે સહેજ સમજી શકશો કે એ સૂરને સારૂ ૧૦૦૦ ફટકાની જરૂર છે તેજ પ્રમાણે એ સૂરમાં કેટલો તકાવત છે તે પણ નીકળે.

આજ કામને માટે સૈરન નામનું જીજ્ઞાસુ યંત્ર પણ આવે છે.

અવાજને લઈ જવાને વાતાવરણ જોડણ:—આપણે પહેલાં કરી ગયા તે પ્રયોગમાં તપેલામાંના પાણીને લાકડી મારી તે વખતે પાણીમાં લહેર ઉત્પન્ન થઈ, અને તેથી વાતાવરણમાં પણ લહેર ઉત્પન્ન થઈ, એ વાતાવરણની લહેર આપણા કાનમાં ગઈ; અને તેથી આપણે “ફટ” કરીને થયેલો અવાજ સાંભળ્યો. આ ઉપરથી તમારી ખાતરી થઈ હશે કે અવાજને લઈ જવાને વાતાવરણ જોડણે. નીકર પાણીમાં લહેર થઈ તે થઈ, આપણે એને શી રીતે સાંભળીએ ?

વાયુશોષક યંત્ર ઉપર આ એક કાચનું નળા જોવું ઢાંકણ છે અને એ ઢાંકણને એક ધંટડી બાંધી છે. અને ઢાંકણ ઉઘાડ્યા વગર બહારથી એ ધંટડી વગાડી શકાય એવું કર્યું હોય છે. ઢાંકણ મજબૂત ખેસાડી પછી એમાંથી વાયુ કાઢી લઈ છું. જ્યારે એમાંથી

વાયુ ગયો ત્યારે હવે હું એમાંની ઘંટડી વગાડું છું. જુઓ તમે સાંભળો છો ? ના ? ! કેમ ? ઘંટડીની જીભ તો ઘંટડી સાથે અથડાય છે એટલે એ ઘંટડી વાગે છે તો ખરીજ, પણ તમે સાંભળતા નથી; કારણ કે ઘંટડીના કંપથી લહેરો ઉત્પન્ન થવાને વાતાવરણ જોષએ તે નથી.

અવાજની ગતિ:—તોપ ફૂટતાં તો તમે બધાએ જોષ હશે. તોપ ફૂટે છે તેમાંથી ચમકારો ને ધૂમાડો નીકળે છે. ત્યારબાદ થોડી સેકન્ડ પછી ધડાકો સાંભળાય છે. ત્યારે અવાજને એકથી બીજી જગ્યાએ જતાં વાર લાગે છે એ નક્કી છે, તોપનો અવાજ વાતાવરણમાં એક સેકન્ડમાં સરાસરી ૧૧૪૦ ફીટ જાય છે. જો તમે ઉમાછો સાંથી તોપ એક માઇલ દૂર હોય તો ફૂટ્યા પછી સુમારે સાડાચાર સેકન્ડે તમે તેનો ધડાકો સાંભળશો. વાદળામાં વીજળીનો ચમકારો થાય અને પછી પાંચ સેકન્ડે ગર્જના સાંભળાય તો તે વાદળું તમારાથી એક માઇલ કરતાં થોડું વધારે ઉંચું હશે.

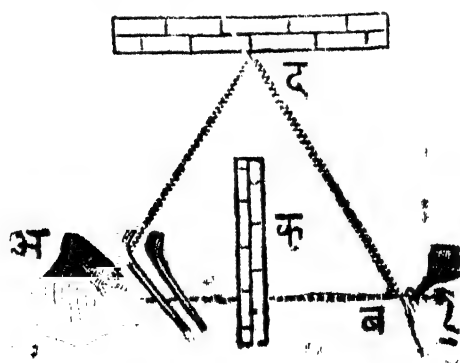
અવાજ જે પ્રમાણે હવામાંથી જાય છે તેમ તે બીજા પદાર્થમાંથી જતાં તેની ગતિ ધીરી અથવા ઉતાવળી હોય છે. હવા કરતાં પાણીમાં ચારગણી વધારે ઝડપથી જાય છે. લોહા, અને લાકડામાંથી તે બહુજીવ વધારે ગતિથી ચાલે છે. કેટલીક તરેહના લાકડામાંથી જતાં તે હવાથી ૧૬ ગણી વધારે ગતિથી દોડે છે !

પદ્ધતિ:—અવાજની લહેર સીધે સીધી આપણા કાનમાં આવે છે જેથી આપણે સાંભળીએ છીએ. પછી ફેલાતાં ફેલાતાં તે લહેરના જવાના માર્ગમાં ડુંગર કિંવા બીંત કે એવી જગ્યા આવે કે જને તે અથડાય. અવાજની લહેર આવી રીતે અથડાય છે ત્યારે ત્યાંથી પાછી

ફરે છે ને ફરીથી આપણા કાનમાં પેસેછે, ને તેનો તે અવાજ આપણે બીજી વાર સાંભળાએ છીએ. આ બીજીવાર સાંભળાતા અવાજને આપણે પડધો કહીએ છીએ. દેરાના ઘૂમટ નીચે બોલીએ તો તરત પાછું સાંભળાય છે એવો તમે જાણતાજ હશે. પડધાથી કેટલીકવાર ગમ્મત પડે. આપણે કહીએ કે “તું” તો સામું સાંભળાય કે “તું”. આપણે કહીએ કે “કાલે” તો સાંભળાય કે “કાલે”. એમ જાણે આપણા ચાળા ના પાડતો હોય તેમ જાણાયછે. તમે ઘણીએ વાર એવી ગમ્મત કરી હશે !

અવાજના સંબંધમાં એક ગમત ભરેલો પ્રયોગ:—કોઈ વખત એવી ગમ્મત પડે છે કે કોઈ દેકાણે ટંકારખાનું વાગતું હોય છે અને વચ્ચે ધરની ઊંચી બીંત અથવા બીજો કોઈ અંતરાય નડવાથી તેનો અવાજ સીધો આપણા કાનમાં ન આવતાં તદ્દન બીજી જગ્યાએ થઈને આવેછે ને આપણને એમ લાગેછે કે જાણે કોઈ બીજી જગ્યાએ ટંકારખાનું વાગેછે. પાસેના ચિત્રમાં આ જગ્યાએ

આકૃતિ ૨૫ મી.



ટકોરખાનું વાગેછે. જો વચ્ચે કાંઈ પણ ન હોય તો આપણે ટપકાં ટપકાં વાળી લીંટીમાં ખતાવ્યા પ્રમાણે જ નગાએ સાંભળીએ પણ ક ભીંત વચ્ચે આવેલી છે માટે અવાજ જાંચે નહીં જ અમાડી અથડાઈને ખીજ દિશામાં જાયછે. અને આપણા કાનને લાગે છે. આપણને એમ સાંભળાય છે કે જાણે જ નગાએ ટકોરખાનું વાગતું હોય. જો વચ્ચે ક ભીંત આવી ન હોય તો અવાજ જ અમાડીથી એ સાંભળાત, અને વળી એનો પડઘો એ સાંભળાત—

અવાજની કર્તૃત્વ શક્તિ:—અવાજમાં પણ કામ કરવાની શક્તિ હોય છે. કોઈ વખતે સંચામાં કે કોઈ જગાએ અકસ્માત થાય છે ત્યારે આંખુઆંખુનાં ધરતી કાચની ખારીઓ ફૂટી જાય છે. એ અવાજથી પેદા થતી વાતાવરણની લહેરોના જોરથી થાય છે. વખતે ઘણો મોટો અવાજ હોય તો માણસના કાનપણ ફૂટી જાય છે. મોટા અવાજથી કોઈ કોઈ વખત કાનમાં ધાક પડી જાય છે. એ તો તમને ખબર પણ હશે. અવાજમાં કામ કરવાની શક્તિ છે, પણ એ કામ ઘણું કરીને નાશ (ભાગદોડ) કરવાનું જ હોયછે. મોટો અવાજ થાય તો તેથી આપણને કંટાળો આવેછે. સ્વભાવિક રીતે પોતે કાન બંધ કરી દઈએછીએ. અવાજ જો નિયમિત અને મધુર હોય તો સાંભળનારને આનંદ થાય છે.

ગરમ અને પ્રકાશિત પદાર્થના ધર્મ.

ગરમી અને પ્રકાશ એટલે શું:—પછવાડીના પ્રકરણમાં પહેલવહેલું આપણે પૂછ્યું હતું કે અવાજ એટલે શું ? તેનો ઉત્તર શો મળ્યો હતો તે સંભારી કાઢો. અવાજ એટલે વાતાવરણમાં ઉત્પન્ન થતી લહેરો. એ કેમ ઉત્પન્ન થઈ વાઈ ? હેં શું કહો છો ? હા, વાતાવરણ ને કંપિત પદાર્થવડે જે ફટકા લાગ્યા તેનાવડે થઈ. આપણે જ્યારે એમ કહીએ છીએ કે ઘંટનો અવાજ થાય છે ત્યારે ઘંટનો અવાજ તે કાંઈ પદાર્થ છે અને ઘંટમાંથી નીકળીને આપણા કાનમાં આવે છે એમ કાંઈ આપણા મનમાં આવતું નથી. ઘંટનો અવાજ એ કાંઈ પદાર્થ નથી એ આપણે પકકું જોઈએ છીએ. ઘંટમાં કંપ ઉત્પન્ન થાય છે અને તેનાથી વાતાવરણમાં લહેરો ઉત્પન્ન થાય છે; એ લહેરો આપણા કાનમાં પેસે છે; અને તેથી આપણે અવાજ સાંભળીએ છીએ, એવું છે સારે ઘંટનો અવાજ એટલે ઘંટનો કંપ એમ કહેવામાં કાંઈ અડચણ નથી. ઘંટમાં ગમે એવડો મોટો અવાજ થાય, પણ તેનું વજન કાંઈ તલ ભારે વધશે ? ના, નહિં જ વધે. કારણ ઘંટનો અવાજ એ કાંઈ પદાર્થ નથી. ઘંટનાં રજકણમાં એક જાતનો ફેરફાર થાય છે. હવે એજ વાત આપણે ગરમ અને પ્રકાશિત પદાર્થને લાગુ કરી જોઈએ.

ગરમી અથવા પ્રકાશવડે પદાર્થનું તોલ વધતું નથી. એક લોહાના ઝાળાને દેવતામાં નાંખીને ગમે તેટલો તપાવીને લાલચોળ પ્રકાશિત કરીએ, પણ તેનું વજન વધશે નહિ. આ રીતે ગરમીથી અને પ્રકાશથી વજન વધતું નથી એ ખૂલ્લું છે. અને જ્યારે એનાથી વજન

વધતું નથી ત્યારે એ પદાર્થ નથી એ પણ ખૂલ્લું છે. ગરમી અને પ્રકાશ પદાર્થના કંપની પેઠે રજકણનો એક તરેહનો ફેરફાર હોવો જોઈએ.

હાલ યુરોપ ખંડના વિદ્વાનોનો એવો અભિપ્રાય છે કે અવાજ સંભળાવવાને જેવી લહેરો ઉત્પન્ન થાય છે તેવીજ ગરમી અને પ્રકાશને માટે પણ થાય છે. પણ તેમાં થોડો તફાવત છે, તે એટલોજ કે આ લહેરો વાતાવરણમાં નહિ પણ ઇલાસ્ટિક ધર નામના પદાર્થમાં ઉત્પન્ન થાય છે. આ ધર વાતાવરણથી ઘણોજ પાતળો પદાર્થ છે અને તે સઘળી જગામાં રહેલો હોય છે. આ લહેરો ગરમીને રૂપે આપણી સ્પર્શની ઇંદ્રિને લાગે છે, અને તેથી આપણને તાપ લાગે છે. અને પ્રકાશરૂપે આપણી આંખને લાગે છે, ને તેથી આપણે પ્રકાશ કે તેજ દેખીએ છીએ.

જુલ ભરેલા દેખાવ:—આ વિષયને માટે તમને વધારે સમજાવું તે પહેલાં જુલ ભરેલા દેખાવને માટે તમને થોડું કહેવું જોઈએ. આવી દેખવાની ખોટી જુલથી છેતરાઇને આપણે કાંઈ અમે તેમ માની લઇએ એ ઠીક નહિ.

એક બગવું નાનું લાકડું લઇને તેને તમારી અગાડી ચક્ર ચક્ર ફેરવો. જુઓ તેજનું ગોળ ચક્રડું હોય એવું દેખાશે ખરું ? આ જુલ સૂરની જુલ કરતાં પણ અન્યથા જેવી છે, કેમકે જે સૂર-ટા છુટા છે તે તમને જલદી નીકળે છે માટે એક લાગે છે, પણ આતો બગવું લાકડું માત્ર એકજ ઠેકાણે છે અને તમને જાણે ચક્રડું હોય નહિ એવું દેખાય છે! હવે આ બીજું જુઓ, લંબુરાનો

તાર વચ્ચેથી છેડો.* આ તાર “ઝણુણુ” કરીને હાલ્યો ! એ કંઈ હલાવ્યાથી ચપટો થઈ ગયો છે? ના, પણ એ હાલે છે ત્યારે એવો

આકૃતિ ૨૬ મી.



ચપટો પટી જેવો દેખાય છે. એ પણ પેલા બળતા લાકડા જેવીજ દેખાવની ભૂલ છે. તમારા અંગરખા સામું તો જુઓ, બીજી બૂલ બતાવું ! જુઓ તમારું અંગરખું કુવું સાફ ચપટું દેખાય છે? ! હવે લગીર વધારે આંખ પાસે તો લાવો ! કેમ આડા અવળા દ્વારા દેખાય છે? હા, એજ ! એ અંગરખું જેવું દેખાતું હતું તેવું સાફ છે વાર ? ના, એ તો એવું દેખાતું હતું પણ છે તો આડા ઉભા દ્વારા, ને ખાડા ખાડાવાળું !

અરે, આજ મોટામાં મોટી ભૂલ, કે ઘંટનો ચરચરાટ અથવા કંપ એજ તેનો અવાજ, એ વાત આપણા મનમાં કદી આવતી નહોતી ! ખરેખાર જોઈએ તો કંપ ને અવાજ એ એમાં કાંઈ ભેદ નથી. જે આંખને કંપ અથવા ચરચરાટ તરીકે દેખાયું, તેજ કાનને અવાજ તરીકે સંભળાય છે. મૂળ બનાવ તો તેનો તેજ. એજ પ્રમાણે ધરની અંદરનાં રજકણુ ધણીજ ઝડપથી હાલે છે તેવું હાલવું ગરમીને રૂપે આપણી સ્પર્શ ઇન્દ્રિયે, અને પ્રકાશરૂપે આંખને જણાય છે.

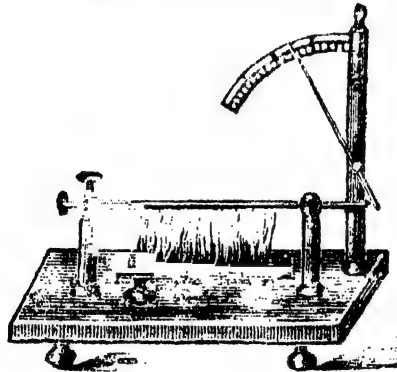
* છેડવું=હલાવવું. ગવૈયા લોકો તારને આંગળીથી હલાવેલો એને છેડવું કહે છે.

• **ગરમીથી પદાર્થ પ્રસારણ પામે છે એટલે ફૂલે છે:—**

પદાર્થને તપાવીએ એટલે તે ધણું કરીને ફૂલે છે. આ નિયમ સમજવાને માટે આપણે એક ધન, એક પ્રવાહી, અને એક વાયુરૂપ એમને તપાવી જોઈએ.

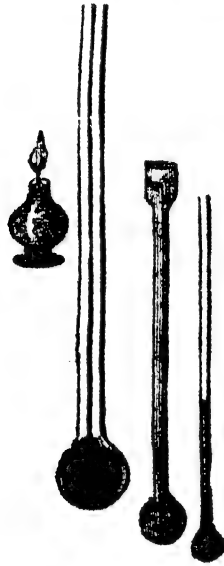
લોઢાના જે સરખી લાંબાઈના સળીયા લઈને તેમાંથી એકને ખુબ તપાવવો પછી ખીજા સળીયા જોડે ભરી જેતાં તપાવેલો સળીયો લાંબો થયેલો જણાશે. આ સળીયા આઠ અથવા દસ ફૂટ લાંબા જોઈએ, કેમકે એટલી લાંબાઈ હોય તો ફાંપાઈ આવે એવો ફેરફાર થાય.

આ. ૨૭ મી.



આ ખીજી રીતે જુઓ—આ યંત્રમાં આ એક સળીયો છે તે એક છેડેથી ધરકૂ વતે મજબુત જડી લીધો છે એટલે જો બાજુ તરફ લાંબો થઈ શકે તેમ નથી. હવે સળીયાની નીચેના વાસણમાં દારૂનો તેજ્ય નાંખીને સળગાવું છું. જુઓ, આ સળીઓ લાંબો થવા લાગ્યો. એના લાંબા થવાથી આ કમાનને ધક્કો લાગે છે, ને તેથી પીતળના પત્રા ઉપરનો કાંટો ફરે છે !

આ. ૨૮ મી.



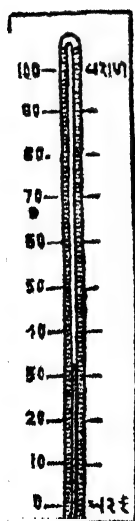
એક છેડે ગોળ ફૂલેલા દડાવાળી કાચની નળી લધને હું એમાં પાણી ભરું છું, અને દીવા ઉપર તપાવું છું. જોયું! પાણી કેવું ફૂલે છે? અને કેવું નળીમાં ઉંચું ચડે છે?

આ એક રબ્બરની થેલી લધને તેમાં હું થોડી કુક મારીને પવન ભરું છું. જુઓ થેલી પૂરેપૂરી ન ભરતાં થોડીજ ભરું છું. હવે હું એને તપાવું. તપાવતાં તપાવતાં બળી ન જાય માટે આમ તેમ ફેરવવી જોઈએ હો! જુઓ થેલી ફૂલવા માંડી! અરે! ફૂલીને ગોળ થઈ ગઈ! જોયું ગરમી લગાડતાં વાયુ કેવો ફૂલે છે?!

ઉષ્ણતામાપકયંત્ર:—ગરમી લગાડવાથી પદાર્થ ફૂલે છે તે તમે જોયું, પછી તો ધન હોય, કે પ્રવાહિ હોય કે વાયુરૂપ હોય. હવે જુઓ! બધા પદાર્થ સરખા ગરમ લાગે છે? હવાનીજ વાત

કરીએ? સવારમાં કેવું ટાઢું ટાઢું લાગે છે, અને બપોરે કેવો તાપ લાગે છે? અથવા શિઆળામાં હવા કેવી ઠંડી ઠંડી, અને ઉનાળામાં કેવી ગરમ ગરમ લાગે છે? આપણે પીએ છીએ તે પાણી કેવું ટાઢું અને નહાવાનું પાણી કેવું ઉનું હોય છે? આપણી આંતુઆંતુના સધળા પદાર્થ સરખા ઉના હોતા નથી હવે હું તમને એમ પૂછું કે શિઆળાના કરતાં ઉનાળાની હવા કેટલી ઉની છે? અથવા આપણા પીવાના પાણી કરતાં નહાવાનું પાણી કેટલું ઉનું છે? તો તમે શું કહેશો? એ બાણુવાને તમારી પાસે કાંઈ સાધન છે? નથી?! જુઓ, મારી પાસે તો છે! આ રહ્યું. એને ઉષ્ણતા માપક યંત્ર કહે છે.

આ. ૨૧ મી.



આ યંત્ર તે એક સરખી પહોળાઈની કાચની નળી છે અને તેને એક છેડે ગોળ દડા જેવું છે, અને બીજે છેડેથી બંધ કરી લીધેલી છે. દડામાં પાણી ભર્યું છે. અને નળીની ઉપરની જગ્યા હવા વગરની બાકી છે. એ નળીને પીતળની પટ્ટી ઉપર ચોડી દીધી છે, અને પટ્ટી ઉપર નીચે “૦” અને ઉપર ૧૦૦ એ પ્રમાણે લીટા કરીને આંકડા માર્યા છે. જ્યારે જ્યારે પારાને ગરમી લાગે છે ત્યારે ત્યારે પારો નળીમાં ઊંચે ચડે છે. કેટલો ઊંચો ચડ્યો તે પટ્ટી ઉપરના આંકડાથી વંચાય છે. એ દરેક આંકડાને અંશ કહે છે, અને જેટલા આંકડા ઊંચો ચડે, તેટલા અંશ પારો ચડ્યો એમ કહેવાય છે.

ધણાં ઉષ્ણતા માપક યંત્રમાં “૦” (શૂન્ય)ની નીચે અને ૧૦૦ ની ઉપર આંકા કર્યા હોય છે. આકૃતિમાં એ આંક ચિતર્યા નથી—

ઉષ્ણતા માપક યંત્રથી ગરમીનું માપ:—હવે આ યંત્રથી ગરમી કેમ માપાય છે તે તમને કહું છું. જે પદાર્થની ગરમી માપવી હોય છે તે પદાર્થમાં અગર તેને અડકાડીને એ યંત્રને કેટલીક વાર રાખે છે, એટલે તે પદાર્થની ગરમી આ યંત્રને લાગીને એની અંદરનો પારો ગરમ થઇને ધ્રુવે છે, તેથી ઉંચો ચડે છે. જેટલી ઉંચાઇએ પારો જાય તેટલી તે પદાર્થની ગરમી છે એમ કહેવાય. આ યંત્ર એટલું તો જલદ હોય છે કે એને લગીર તમારી આંગળી અડકાડો તો પારો ગરમ થઇને ઉંચો ચડે. અને લગીર ઠંડા વાતો સપાટો લાગે કે તરત નીચે ઉતરી જાય. નહાવાના પાણીમાં આ યંત્ર થોડીવાર રાખીને જોવું કે પારો કેટલો ચડ્યો. પછી પીવાના પાણીમાં મૂકીને જોવાથી તેનો પારો ઉતરી જશે. આથી ખરેખર પડશે કે પીવાનું પાણી નહાવાના પાણીથી કેટલું ઠાઠું અથવા નહાવાનું પાણી પીવાના પાણી કરતાં કેટલું ગરમ છે.

ઉષ્ણતા માપક યંત્રની વનાવટ અને તેના જુદા-જુદા પ્રકાર:—કારીગર લોકો આ યંત્ર કેવી રીતે બનાવે છે તે તમને કહું છું. સાંકડા ને સીધા કાણાવાળી અને એક છેડેથી બંધ એવી કાચની નળી લઇ તેનો બંધ છેડો તપાવીને લાંબા ફૂંકી ફૂંકીને ગોળ દડા જેવું કરે છે. પછી તે નળીને પારો ભરેલા વાસણમાં ઉંધી ભેળે છે જેથી પારો ઉંચો ચડી જાય છે, કેમકે ગરમીને લીધે નળીમાંથી હવા જતી રહેલી હોય છે, અને અંદર તદ્દન ખાલી જગ્યા હોવાથી હવાના દબાણવડે પારો ચડી જાય છે. નળી પૂરી ભરાયા

પછી નળીને ફરી તપાવે છે, તેથી પારો ઉઠીને ફૂટે છે; ને કેટલોક બહાર નીકળી જાય છે. પછી નળીને ઉઘાડો છોડો ગરમ કરીને બંધ કરી દે છે. આમ બે છોડેથી બંધ થયેલી અને પારો ભરેલી નળી તૈયાર થઈ, પછી તેને બરફનો બૂકો ભરેલા વાસણમાં મૂકે છે. બરફથી પારો ઠંડો થઈને નીચે ઉતરે છે. ઉતરતાં ઉતરતાં છેક નીચે આવીને પછી જ્યારે ઉતરતો બંધ થાય છે ત્યાં કાનસવતી એક નિશાની કરે છે અને બરફ પીગળવાની નિશાની કહે છે. પછી એ નળીને ઉઠાવતા પાણીના વાસણમાં રાખે છે તેથી વરાળ ને લીધે પારો પાછો ઉપર ચઢે છે. ચઢતાં ચઢતાં બંધ થયો ત્યાં બીજી નિશાની કરે છે. અને પાણી ઉઠાવવાની નિશાની કહે છે. પછી આ નળીને કાંઈ પતરાંની પટ્ટીપર જડીને બે નિશાનીની વચ્ચેની જગાના ભાગ પાડે છે. કેટલાંક યંત્રમાં બરફની નિશાની અગાડી “૦” કરીને પછી પાણીને ઉઠાવવાની નિશાની અગાડી “૧૦૦” કરે છે, અને વચલા ભાગના ૧૦૦ સરખા ભાગ પાડે છે. આવા યંત્રને સેન્ટિગ્રેડ (સોભાગવાળું) ઉષ્ણતા માપક યંત્ર કહે છે. કેટલાકમાં બરફ અગાડી “૩૨” અને પાણી ઉઠાવવાની નિશાની અગાડી “૨૧૨” કરે છે અને વચલા ભાગના “૧૮૦” સરખા ભાગ પાડે છે. આવા યંત્રને ફેરનહાઈટ ઉષ્ણતા માપક યંત્ર કહે છે.

રૂમરનામના એક વિદ્વાને બરફની નિશાની અગાડી “૦” ને પાણી ઉઠાવવાની નિશાની અગાડી “૮૦” કરીને વચલા ભાગના ૮૦ સરખા ભાગ પાડ્યા છે. એના યંત્રને રૂમરઉષ્ણતા માપક યંત્ર કહે છે.

પણ વિદ્વાને એમ માને છે કે સેન્ટિગ્રેડ ઉષ્ણતા માપક યંત્ર ઠીક છે, કેમકે તેના સો ભાગ હોવાથી ગણતરી કરવામાં સુગમ પડે

છે. આ ચોપડીમાં પણ એના પ્રભાણેજ ગણતરી કરી છે.

પદાર્થના પ્રસરણ વિષે વધારે માહિતી:—ધન પદાર્થ ગરમીથી ફૂલે છે, એ વાત ખરી, પણ તે થોડા. લોહાની ૧૨ ફીટ લાંબી ચીપને “૦” ગરમીથી “૧૦૦” ગરમી સુધી તપાવીએ તો તે એક ઈંચના જે દશાંશ જેટલી લાંબી થાય. બધી ધાતુઓમાં જસત વધારે વધે છે. ૧૨ ફીટ લાંબી જસતની ચીપને “૦” થી તે “૧૦૦” ગરમી આપીએ તો તે સરાસરી અર્ધો ઈંચ વધે છે.

પદાર્થ.	“૦” ગરમીથી “૧૦૦” ગરમી સુધી ૧૦૦૦૦૦ ઈંચ લાંબી ચીપને તપાવી એ તો કેટલા ઈંચ વધે છે તે.		
કાચ.	૮૫ ઈંચ વધે છે.		
તાંબુ.	૧૭૧	”	”
પીતળ.	૧૮૮	”	”
લોહું (ઘડતરનું)	૧૨૦	”	”
લોહું (ભરતરનું)	૧૦૯	”	”
લોહું (પોલાદ)	૧૧૪	”	”
સીસું.	૨૮૨	”	”
કલાઈ.	૧૯૬	”	”
રૂપું.	૧૯૨	”	”
સોનું.	૧૪૪	”	”
પ્લેટીનમ.	૮૭	”	”
જસત.	૨૯૮	”	”

ઘન પદાર્થ કરતાં પ્રવાહિ વધારે વધે છે:—માપથી જા-
રીને બાર શેર પાણી લઇને તેને “૦” થી તે “૧૦૦” ગરમી
સૂધી તપાવીએ તો તે માપથી અચ્છેર વધે છે. પારો માત્ર
પાંચેર વધે છે.

પદાર્થ.	૧૦૦૦૦૦ શેર પદાર્થને “૦” ગર- મીથી ૧૦૦° ગરમી સૂધી તપા- વીએ તો શેર માપથી વધે છે.
પારો.	૧૮૧૫ શેર.
પાણી.	૪૩૧૫ ,, વધે છે.

સઘઠાના કરતાં વાયુરૂપ પદાર્થ વધારે વધે છે:—
૧૨ ગ્લાસ ભરીને હવા લઇને તેને “૦” થી “૧૦૦°” ગરમી સૂ-
ધી તપાવી હોય તો તે ૧૬ ગ્લાસ જેટલું ફૂલે છે એટલે ચાર
ગ્લાસ જેટલી કદમાં વધે છે.—

પ્રસરણના નિયમને અપવાદ:—ઉપર કહી ગયા કે ગરમી-
થી સઘળા પદાર્થ ફૂલે છે, પણ કેટલાક પદાર્થ એવા પણ છે કે જેને
આ નિયમ નથી લાગતો. પહેલું તો પાણીજ! બરફ થવાની તક ઉપર
૪° થી તે ૦° ગરમી સૂધી ખરું જેતાં ઠંડીથી પાણી સંકોચાતું જો-
ઈએ, પણ હલકું ફૂલે છે. ફલવાથી બરફ પાણીથી હલકો થાય છે

અને તરે છે. આથી જ્યારે શિયાળામાં નદી નાળાં બરફથી બંધાઈ જાય છે ત્યારે નીચેનું પાણી વહેતું હોય છે, અને તેથી જળજંતુ બિચારાં સુખે ફરફર કરે છે. આમ ન હોત તો બરફ થતાં જ બિચારાં બધાં જળચરો પાણીમાં અથાઇ જ જાત ! એજ પ્રમાણે સરભો નામની ધાતુ પણ ઠંડી પડે ત્યારે ફૂલે છે. આ ધાતુનો આવો ગુણ છાપખાનાંવાળાઓને ઠીક ઉપયોગનો થઈ પડ્યો છે. છાપવાનાં બીજાં જસતનાં બનાવતા. જસત જ્યારે ઠંડુ પડે ત્યારે સંકોચાય, અને તેથી બીજાંની તકતીમાં બરાબર ભરાય નહિ, તેથી અક્ષર સારા ઘાટદાર થાય નહિ. હાલ જસત જોડે થોડા સરભાની મેળવણી કરે છે તેથી ઠંડા પડતી વખતે ફૂલીને બીજાંની તકતી બધી ભરાય છે. જેથી અક્ષર જેવો કાતરો હોય તેવો જ મરોડદાર થાય છે.

પ્રસરણ સંબંધી વધારે હકીકતઃ—ધન અને પ્રવાહિ પદાર્થ જ્યારે ગરમીથી ફૂલે છે ત્યારે ઘણું જોર કરે છે. જો તમે એક લોઢાનો ગોળો બનાવીને તેમાં પાણી ભરો, અને તેનું મોંદું સ્કૂથી મજબૂત કરો કે તેમાંથી પાણી નીકળવા પામે નહિ. અને પછી એ ગોળાને તપાવો તો પાણીના ફૂલવાનું જોર એટલું તો થશે કે ગોળો ફાટી જશે.

લોઢાના પૂલ, રેલવે વગેરે બાંધતાં આ ફૂલવાની ગોઠવણ રાખવી પડે છે. રેલવેના પાટા તો તમે જોયા હશે બરાબર જોડાજોડ ન ગોઠવતાં એક બીજાની વચ્ચે અડધા ઇંચેક જેટલી જગા બાકી રાખે છે. જેથી ઉનાળામાં પાટા લાંબા થાય તે વખત પોતાની જગાએ જ રહે, ને ખસીને વાંકા ન થઈ જાય. જ્યારે ગાડીના પૈડાને પાટો અડાવવો હોય છે ત્યારે હુવાર આ નિયમનો લાભ લે છે. પૈડાના

ઘેરાવા કરતાં ઓછી લંબાઈનો પાટો કાપીને તેને સાંધેછે, પછી એને ખૂબ તપાવે છે. જેથી તે પડોગો થઈ જાય છે, તપેલો ને તપેલો પૈડાપર ચડાવી દે છે ને પછી એકઠમ ટા'ઢો પાડી દેછે જેથી તે સંકોચાઈને પૈડાને મળખૂત દબાવી રાખે છે.

પદાર્થને વિશિષ્ટ ઉષ્ણતા અથવા ગરમી લેવાની શક્તિ.

ગરમી લેવાની શક્તિ સધળા પદાર્થોની સરખી નથી હોતી. જેટલી ગરમીથી કેટલાક પદાર્થ થોડા ગરમ થાયછે તેટલીજ ગરમીથી કેટલાક પદાર્થ ઘણા તપી જાયછે. આપણે જ્યારે ખરે ખપોરે નદીએ નહાવા જઈએ છીએ ત્યારે સૂરજના તાપથી રેતી જેટલી તપી ગઈ હોયછે તેટલું નદીનું પાણી તપેલું હોતું નથી. તેમજ જો તેટલામાં ક્ષીલા ધાસવાળી જમીન હોય તો તે પણ એટલી તપેલી હોતી નથી. આમ કેમ થતું હશે? તાપ તો અંત્રી વસ્તુઓ ઉપર સરખો પડે છે. એનું કારણ એટલુંજ કે જો કે તાપ તો સરખો પડે છે પણ સધળા પદાર્થની ગરમી લેઈ લેવાની શક્તિ સરખી હોતી નથી. પાણી અને ક્ષીલી ધાસવાળી જમીન પોતાના ઉપર પડેલી ગરમી જાણે ખાઈ જતી હોય નહિ એમ બને છે. અને રેતી બિચારી ખાઈ શકતી નથી તેથી તપી જાય છે.

જેટલી ગરમીથી એક શેર પાણીની એક અંશ ગરમી વધે છે તેટલીજ ગરમીથી એક શેર લોહું ૯ અંશ, શેર જસત ૧૧ અંશ અને શેર પારો ૩૦ અંશ ઊંડો થાય છે.

આપણે એક શેર પારો લઈએ અને તેને ૯૨° ગરમી સૂધી તપાવીએ. હવે એમાં શેર ટા'હું પાણી નાંખું છું. જુઓ, નાંખ્યા પહેલાં હું પાણીની ગરમી માપી જોઈ. જુઓ ૩૦° છે. હવે ગરમ

પારોને ટાઢું પાણી બે એકડાં થયાં એટલે પારાની ગરમી ઘટશે ને પાણીની વધશે. અને બેની ગરમી બરાબર થઈ રહેશે. પણ બીજો ફેર જોયો ? પાણી માત્ર 2° ઉનું થયું અને પારો 60° ટાઢો પડ્યો. જુઓ બેની ગરમી 32° અંશ છે ! આ ઠંડાણે શું થયું ? પારામાંથી 60° અંશ ગરમી નીકળીને પાણીમાં ગઈ તેથી પાણી માત્ર 2° અંશ ગરમ થયું. જે ગરમી વડે પાણી 4° અંશ ઉનું થાય છે તેટલીજ ગરમી વડે પારો 30° અંશ ઉતો થાય છે, એમ થયું આ ઉપરથી પારાની ઉષ્ણતા લેવાની શક્તિ, પાણીની ઉષ્ણતા લેવાની શક્તિ કરતાં $\frac{1}{30}$ જેટલી ઓછી છે.

આ પ્રમાણે પદાર્થમાં વધારે ઓછી ગરમી લઈ લેવાની શક્તિ હોય છે તેને તે પદાર્થની વિશિષ્ટ ઉષ્ણતા અથવા ગરમી લેવાની શક્તિ કહે છે.

સરખી ગરમી હોય, પણ જે પદાર્થની વિશિષ્ટ ઉષ્ણતા વધારે હોય તે થોડા તપે છે, ને જેની ઓછી હોય તે વધારે તપી જાય છે. આમ છતાં પાણીની વિશિષ્ટ ગરમી ૧, લોઢાની $\frac{1}{2}$, જસતની $\frac{1}{3}$ પારાની $\frac{1}{30}$, તેલની $\frac{1}{5}$, પથરાની $\frac{1}{4}$, અને ગંધકની $\frac{1}{6}$ હોય છે.

રૂપાંતર:—મેં તેમને પહેલા કણું કે ધન, પ્રવાહિ કે વાયુરૂપ ગમે તે જાતનો પદાર્થ હોય પણ ગરમી લગાડવાથી તે ફૂલે છે, પણ આ ફૂલવાને અમુક હદ હોય છે. એ હદ સુધી પ્રસરણ થઈને પછી પદાર્થનું રૂપાંતર થાય છે. એટલે જો તે ધન હોયતો ગરમીથી વધી વધીને પછી પ્રવાહિરૂપમાં આવે છે ને પછી વધીને વાયુરૂપમાં આવે છે.

એક વાસણમાં સીસું ભરીને તેને ખુબ તપાવીએ તો કાંઈ વખત સુધી તે તપી તપીને ફૂલશે, પણ પગીથી પ્રવાહિ રૂપમાં આવી જશે. જે તપાવતું જરી રાખશું તો પ્રવાહિ રૂપમાંથી તે વાયુરૂપમાં આવીને ઉડી જશે.

આપણે જાણીએ છીએ કે ખરફ, પાણી, ને વરાળ, એ ત્રણે રૂપ એકજ પદાર્થનાં છે. કાપરાનું તેલ ઠંડુ થાય એટલે થીજી જાય છે. થીજેલું ધી તપાવંએ એટલે પાતળું પ્રવાહિ થાય છે, એ તો બધાને ખબર હશે. આ ઉપરથી જાણીએ કે પદાર્થ ધન હોય તો તેનું પ્રવાહિ રૂપ થાય; અને તેનું વાયુરૂપ થાય. માત્ર જરૂર જોઈતી ગરમી લગાડવી જોઈએ. કેટલાક પદાર્થ એવા હોય છે કે તેને તપાવીએ તો ધનનું પ્રવાહિરૂપ ન થતાં તરતજ વાયુરૂપ થઈ જાય. કેટલાક પદાર્થ એવા હોય છે કે તેને તપાવીએ તો તેનું પથ્કરણ થઈ જાય, જેમકે લાકડું. જે જે પદાર્થનો તે પદાર્થ બન્યો હોય તે તે છૂટા થઈ જાય તેને પ્રથકરણ થતું કહે છે. પાણી જે એ હવાનું બનેલું છે તે એ હવા તેમાંથી છૂટી પડે ત્યાં પાણીનું પ્રથકરણ થતું કહેવાય. આ વિશે રસાયન શાસ્ત્રમાં તથા સખ્યાં છે.

ધન પદાર્થને તપાવ્યાથી તે પ્રવાહિ થાય છે, તે પ્રવાહિ હોય તો વાયુરૂપ થાય છે એમ ઉપર કહી ગયા, એનાથી ઉભરી રીતે વાયુરૂપને ઠંડક લગાડીએ તો પ્રવાહિ, અને પ્રવાહિને ઠંડક લગાડીએ તો ધનરૂપ થાય છે, એ પણ કહેવું જોઈએ.

સખળા જાણીતા વાયુરૂપી પદાર્થનું પ્રવાહિરૂપ થતું છે અને જે આપણે જોઈએ તેટલી ઠંડક લગાડી શકીએ તો તેનું ધન રૂપ થાય.

પરંતુ એટલી બધી ઠંડક લગાડી શકવાનાં સાધન આપણી પાસે નથી. આમ નથી કરી શકતા તેથી ઉપર દહેલો નિયમ ખોટો છે એમ ન સમજવું. આજે જે આપણે કરી શકતા નથી તે કરવાનાં સાધન કાલે કાલે માલમ પડે.

ધી કિંવા મીણુ ઉનું કરવાને વધારે ગરમી જોઈતી નથી પરંતુ લોઢાનો રસ કરવા સારૂ ધણીજ તાપ કરવો પડે છે. પ્લાટિનમ નામની નવી જડેલી ધાતુનો રસ કરતાં ધણીજ ગરમી લગાડવી પડે છે.

ઠંડકને લીધે ધી થીજીને બંધાઈ જાય છે, પાણીનો બરફ થઈ જાય છે, અને પારો પણ બંધાઈ જાય છે, પારાને બંધાઈ જવાને 0° અંશ નીચે- 32° અંશ જેટલો ઠંડો કરવો પડે છે, વળી આ-લ્કોહોલ એટલે મધાર્ક (દારૂનો તેજાળ) મને તેટલો ઠંડો પાડીએ તોપણ થીજી જતો નથી ઈ. સ. ૧૮૭૮ ના પાછલા ભાગમાં જીનોવાના પીકટેટ અને ચીલીટેટ નામના વિદ્વાન પ્રયોગશાસ્ત્રીઓએ વાતાવરણની હવાનું પ્રવાહિ બનાવ્યું હતું !

કેટલાક ધન પદાર્થને પ્રવાહિરૂપમાં આવતાં કેટલી ગરમી જોઈએ છીએ તે નીચેના કોષ્ટકમાં બતાવ્યું છે.

પ્રવાહિમાં આવવાને કટલી ગરમી જોઇએ.	પદાર્થ.
૧૫૦૦° અંશ ગરમી લગાડીએતો.	લોહું પીગળાને રસ થાય.
૧૨૫૦° "	સોનું "
૧૦૦૦° "	રૂપું "
૭૨૫° "	સીસું "
૨૩૫° "	કલાઇ "
૦° "	બરફનું પાણી થાય છે.
—૩૮° "	ધીજેલો પારો પ્રવાહિ થાય.

ઠંડક ફટલે શું ? આ પ્રકરણમાં ઠંડક એ બોલ વાણીવારે વાપર્યો છે. એનો અર્થ તમને સમજાવવો જોઈએ.

તમે તમારી અગાડી કાચનાં ત્રણ ગ્લાસ મૂક્યા. તેમાંના એકમાં બરફવડે ટાટું કરેલું પાણી ભરો, બીજામાં પીવાનું ગોળીનું પાણી, અને ત્રીજામાં નહાવાનું ઉતું પાણી ભરો. હવે તમારી આંગળી બરફવાળા પાણીમાં થોડીવાર રાખો, અને પછી તે પીવાના પાણીમાં બોળો, તમને પીવાનું પાણી ગરમ લાગશે. હવે પાછી તમારી આંગળી નહાવાના પાણીમાં થોડીવાર બોળી રાખીને પછી પીવાના પાણીમાં બોળો. તમને હવે એ પાણી ટાટું લાગશે. કાઠ તમને પૂછે કે પીવાનું પા-

છી ગરમ છે કે ઠાંડું ? તો શો જવાબ દેશો ? બરફ કરતાં ગરમ અને નહાવાના પાણી કરતાં ઠાંડું. આ ઉપરથી તમે સમજ્યા હશે કે કોઈ પદાર્થ એક પદાર્થથી ઠાંડો હોય છે તેનો તેજ બીજા પદાર્થથી ગરમ પણ હોય છે.

વળી એક બીજી વાત કહું. સવારના મોટા પરોઢમાં બહારની ઠંડી હવામાં ધડીએક ફરીને ઘરમાં આવીને ગોળીનું પાણી પીશે તો તે તમને ઉનું લાગશે. બપોરે તાપમાં ધડીએક ફરીને પછી તેનું તેજ પાણી પીશે તો તે તમને ઠાંડું લાગશે. પરંતુ ઉષ્ણતા માપક ચંત્રવડે એ ગોળીનું પાણી સવારે ને બપોરે માપશે તો સવારના કરતાં બપોરે ઉલટું ઉનું માલમ પડશે.

ત્યારે ઠંડી એટલે આછી ગરમી એવોજ અર્થ થયો. એમ નહિ કે ગરમી બિલકૂલ નહિ; આપણે જે પદાર્થને ઠંડા કહીએ છીએ તે પણ ગરમ હોય છે. માત્ર એટલુંજ કે તેમાં ગરમી આછી હોય છે.

ઉષ્ણતા માપકચંત્રમાં બરફ પીગળવાની ગરમી 0° લખી છે, પણ અરે જોતાં તે 0° નથી. ખરી રીતે જોતાં તો 0° ક્યારે હોય તે કહેવાતુંજ નથી. બરફથી પણ વધારે ઠંડા એટલે આછી ગરમીવાળા પદાર્થ છે પણ બિલકૂલ ગરમી ક્યાં નથી, એ કહેવાતું નથી.

ગરમી અને ગુપ્ત ગરમી:--જમીનપર વરસાદનું જેટલું પાણી પડે છે તેટલું બધું કાંઈ વહી જતું નથી. જમીનમાં કેટલુંક પાણી પચે, અને જમીન તૃપ્ત થાય, પછી પાણી વહે છે. તેજ પ્રમાણે પદાર્થ ઉપર જેટલી ગરમી પડે તેટલી ગરમી જણાતી નથી. કેટલીક ગરમી તેમાં પચી જાય છે ને પછી બ્યારે વધારે ગરમી અંદર પચી શકતી નથી ત્યારે બાકી રહેલી ઉષ્ણતા માપક

ચંત્રને અથવા સ્પર્શને જણાય છે. જે ગરમી પદાર્થમાં પચી 'ગઇ' અને સ્પર્શથી જણાતી નથી તેને ગુપ્ત ગરમી કહે છે.

પાણીનો ગુપ્ત ગરમી:—૧૦૦° અંશ ગરમીવાળું એક શેર પાણી લઇ તેને ૦° અંશ ગરમીવાળા એક શેર બરફ પર રડાએ તો બરફ પીગળી જશે, અને બીજા પાણી યશે. આ પાણીમાં ઉજ્જીતા માપક ચંત્ર મૂકીને તપાસીશું તો તેની ગરમી માત્ર ૧૦° અંશ રહી હશે. બાકીની ૯૦° ગરમી ક્યાં ગઇ? તેમાંથી ૧૦° ગરમી શેર બરફનું પાણી થયું તેમાં છે તો ૮૦° અંશ ગરમીનું શું થયું? બીજા પાણીમાં એક શેર તો પહેલાં હતું, ને એક શેર બરફનું થયું, અને તે બંનેમાં ૧૦° અંશ ગરમી છે તો ૮૦° અંશ ગરમીનું શું થયું? એ ૮૦° અંશ ગરમી બરફનું પાણી બનતાં પાણીએ ચુશી લીધી. ઉજ્જીતા માપક ચંત્રને એ ગરમી જણાતી નથી, માટે એ ગુપ્ત ગરમી છે. હવે તમે સમજ્યા કે પાણીની ગુપ્ત ગરમી ૮૦° અંશ છે ?

વરાળની ગુપ્ત ગરમી:—જેમ બરફનું પાણી થતાં કેટલીક ઉજ્જીતાની જરૂર પડે છે તેજ પ્રમાણે પાણીનું વાયુરૂપ થતાં પણ ગરમી ખપી જાય છે. વરાળ થતાં ૫૩૭° અંશ ગરમી ખપી જાય છે, એટલે વરાળની વિશિષ્ટ ગરમી ૫૩૭° અંશ છે.

બરફને જ્યારે તાપ લાગવા માંડે છે ત્યારે તે એકદમ પીગળી જતો નથી. જેમ જેમ તેમાં ગરમી આવે છે. તેમ તેમ તેનાં સ્પર્શ પીગળે છે એ સમયથી બરફનું પાણી થતાં વાર લાગે છે. ધી તો તમે હતું થતાં જોયું હશે. જેવું દેવતા ઊપર મૂકીએ કે તરત કાંઈ પીગળે છે? ધીરે ધીરે પીગળી જાય છે. એજ પ્રમાણે બરફનું

પણુ બનેછે. એજ પ્રમાણે વરાળ થતાં પણુ વાર લાગે છે.

ઉપર કલા પ્રમાણે રૂપાંતર થતાં વાર લાગે છે તે સારું છે, નીકર આપણે પંચાતમાં આવી પડત. પાણીમાં નાંખીને ચાખા બા-
કવા મૂક્યા કે ગરમી લાભતાંજ તેની વરાળ, અને ચાખા કારાને
કારા! પછી ઉતો ઉતો પણુ પોચો, સીજેસો ભાત, શાદ, બધુ ક્યાંથી
ખાત?! પછી તો બધું સૂકું ને ખણુખણુતુંજ તો? તેમજ હિમાલય
જેવા પર્વત ઉપરનું બરફ એકદમ પીગળત તો તેથી સિંધુ, ગંગા,
જમુનાં, વગેરે નદીઓમાં એકદમ રેલ આવી જત, અને બધું ઉત્તર
હિંદુસ્તાન ડૂબી જત !

વાણ્યમંચન:---૮૦° અંશ ગરમીવાળુ શેર પાણી ૦° ગરમી
વાળા બરફની જોડે ભેળીએ તો તે ગરમી બરફનું પાણી થવામાં
જતી રહે છે અને થયેલા પાણીની ગરમી ૦° અંશ રહે છે. એવું
તમને પહેલાં કહ્યું એ ખપી ગયેલી ગરમીને ગુપ્ત ગરમી કહે છે તે
પણુ તમે જાણો છો. પાણી જ્યાં ૧૦૦° અંશ ઉકળ્યું કે તેની
વરાળ થવા માંડે છે. ધારો કે આપણે પાણીને એવી તકનીકથી
ઉકાળીએ કે તેને દર કલાકે ૫૦° ગરમી લાગે. ૦° અંશથી તે ૧૦૦°
અંશ ગરમીવાળુ થતાં બે કલાક થશે અને વરાળ થવા લાગશે.
સારપછી એમને એમ તપાવે જઇએ અને લગભગ ૧૦૧ કલાક સુધી
તપાવીએ તો પાણીને સુમારે માડી પાંચસેં જેટલી ગરમી લાગે
એ ખુલ્લુંજ છે; આ પ્રમાણે ગરમી લગાડ્યા પછી એ પાણીને અને
વરાળને માપી જોઇએ તો તેમની ગરમી ૧૦૦° અંશજ જણાશે !
સારે કલાકતા ૫૦° અંશને હિસાબે ૧૦૧ કલાક સુધી લગાડેલી
ગરમી ક્યાં ગઇ? વરાળની ગરમી ૧૦૦° અંશ કેમ? એ ગરમી

વરાળે ચુશી લીધી અને ઉજ્જીતા માપક્યંત્રને લાગતી નથી માટે એ વરાળને ગુપ્ત ગરમી કહે છે.

ઉપર તમને કહ્યું કે પાણી ૧૦૦° ગરમ થયું કે વરાળ થવા લાગે છે પરંતુ પાણીમાં બીજાં એ ગુણ છે તે એ કે પાણી ગમે તેટલી ગરમીએ પણ વાયુરૂપ ધારણ કરે છે. એટલે તેની વરાળ બને છે, માત્ર જો પાણી ઉતું હોય તો વરાળ ઘણી બને છે અને ટાકું હોય તો થોડી બને છે, એટલેજ ફેર આપણે વળગણી ઉપર ઘોચેલાં ધોતીયાં સૂકવીએ છીએ તે કેમ સૂકાઈ જાય છે, તેનો તમે વિચાર કર્યો છે ? ધોતીયાંની અંદરના પાણીની વરાળ થઈને ઉડી જાય છે, એ તો બધાએ જાણે છે તમારે ઘેર જઈને એક વાડકીમાં પાણી ભરીને ગોખલામાં મૂકી છાંડજો, અને છ સાત દિવસ પછી જોશો તો વાડકીમાં કાંઈ એ નહિ રહ્યું હોય આ રીતે પાણીની વરાળ થઈ જાય છે તેને “આપ્પભવન” એવું નામ આપ્યું છે.

વરાળ વિષે ભૂલ ભરેલી સમજ:—વરાળ વિશે કેટલીક ભૂલ ભરેલી સમજ હોય છે, તે સુધારવી જોઈએ, તળાવ અગર નદી કાંઠે ધૂમાડા જેવું હોય છે. એ વરાળ નથી; તપેલીમાં પાણી ઉતું મૂક્યું હોય અને તેમાંથી ધોળા ધૂમાડા જેવું નીકળે છે એ પણ વરાળ નથી. આગગાડીનું ઈજીન પૂં પૂં કરીને ધોળા ધોળા ગોટગોટા કાઢે છે એ પણ વરાળ નથી, એ બધાને વરાળ કહેવામાં આપણે ભૂલ કરીએ છીએ.

વરાળ તો દેખાય નહિ એવી હોય છે ! તમે વા દેખો છો ? એજ પ્રમાણે વરાળ પણ દેખાય નહિ ? વરાળ જ્યારે ટાઢી પડે છે ત્યારે પાણીના રૂપમાં આવે છે ત્યારે તે દેખાય છે પણ તે મૂળ વ-

રાજ નહિ; પરંતુ વરાળનું પાણી છે મહાસાગરમાંથી રોજ વરાળ થઈ થઈને આકાશમાં જાય છે અને તેનાં વાદળાં બને છે. એ વાદળાંમાંથી વરસાદ આવે છે. એ તો બધાને ખબર છે.

પાણીનું ઉકળવું:—ચૂલા ઉપર પાણી મૂકીએ એટલે તેમાં ગરમી આવવા માંડે છે, એ ગરમીને પહેલાં એ કામ કરવાં પડે છે. કેટલીક ગરમી પાણીને ઉનું કરે છે તે કેટલીક તેનું બાષ્પભવન કરે છે. એ પ્રમાણે પાણીની ગરમી 100° અંશ થાય ત્યાંસુધી એમ થયાં જાય છે, સારપણીની બધી ગરમી બાષ્પભવન કરવામાંજ કામે લાગે છે. અને પાણીની ગરમી 100 થી વધતી નથી પાણીની વરાળ થઈને બળબળ કરતી ઉપર આવે છે સારે આપણે પાણી ઉકળવું—બળબળવું એમ કહીએ છીએ.

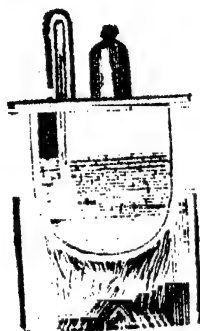
પાણી ઉપર જેમ વધારે દબાણ તેમ તેને ઉકળાને વધારે ગરમી જોઈએ છોઈ:—પાણી ઉપર વાતાવરણ બધવા બીજું જેટલું દબાણ હોય તેટલા પ્રમાણમાં એને ઉકળ ગરમી જોઈએ છીએ, જો દબાણ વધારે હોય તો પાણી 100 કરતાં વધારે ગરમીએ ઉકળે છે, અને જો દબાણ ઓછું હોય તે 100° કરતાં ઓછી ગરમી જોઈએ. સમુદ્રકાંઠે વાતાવરણનું દબાણ વાયુમારમાપક યંત્રમાં પારાને સુમારે ત્રીશ ઈંચ ઉચે રાખે એટલું હોય છે તેવી જગાએ 100° અંશ ગરમીથી પાણી ઉકળે છે. મહાબળેશ્વરનો પર્વત જે સમુદ્રની સપાટીથી 8000 ફીટ ઉચે છે ત્યાં વાતાવરણનું દબાણ 26 ઈંચ કરતાં વધારે નથી. ત્યાં પાણી 145° અંશ ગરમીએ ઉકળે છે.

વરાળયંત્રમાં વરાળ બહુ જોરવાળી તૈયાર કરવી પડે છે. તેથી પાણી ઉકળવાનું વાસણ લોહાના જાડા પતરાનું બનાવે છે. આ વાસણ ચોતરફથી બંધ હોય છે માત્ર એક નળીમાં જઈને એની અંદરના દ્રવ્યને ધક્કે એટલી જગા વરાળને જવાને રાખી હોય છે. વાસણની નીચે દેવતા હોય છે. તેની ગરમીથી વરાળ થાય છે. અને બહાર નીકળવાને ગોઠવણ ન હોવાથી વાસણના ઉપલા ભાગમાં એકઠી થાય છે. વાસણની અંદરના પાણી પર આ વરાળનું દબાણ થાય છે. આથી 100° અંશ કરતાં વધારે ગરમી થાય ત્યારે ઉકળે છે અને વરાળ ધણી તપેલી હોવાથી તેમાં પણ ધણું જોર આવે છે.

પાણી ઉપર વધારે દબાણ હોય તો તેને ઉકળતાં વધારે ગરમી જોઈએ અને ઓછું હોય તો ઓછું એ નીચેના પ્રયોગથી તમને જણાશે.

એક ધાતુનું વાસણ લઈ તેને શગડી ઉપર મૂકા, એના ઉપર એક બરોબર બંધ બેસતી તાસક ઢાકો કે તેમાંથી વરાળ નીકળવા પામે નહિ. એ તાસકમાં ચિત્રમાં બતાવ્યા પ્રમાણે એક કાણું જોઈએ જેમાં એક ઉજ્જુના માપક યંત્ર બોસવું જોઈએ. જેમ જેમ પાણી તપવા માંડશે તેમ તેમ ઉજ્જુના માપક યંત્રમાં પાણી ચડવા માંડશે. તે જ્યારે 100° અંશ સુધી ચડશે ત્યારે પાણીની વરાળ થશે. અને ઢાંકણને આધુ ખસેડી દઈને બહાર નીકળશે. હવે એ ઢાંકણાપર તમે એક વજન મૂકા જેથી બહુ જોર કર્યા વગર વરાળથી બહાર નીકળાય નહિ. વરાળ વાસણમાં એકઠી થશે અને તેનું દબાણ પાણીપર થવાથી તેને ઉકળવાને વધારે ગરમી જોઈશે.

આકૃતિ ૩૦ મી.

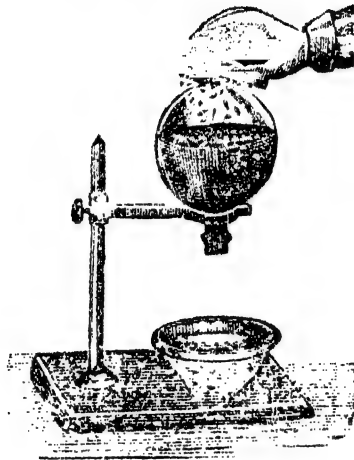


અને પાણીને અત્યાર સુધી 100° અંશ ઉઠુ કદ. તે હવે વધારે ઉઠું થયું. અને જુઓ! ઉષ્ણતામાપક યંત્રમાં પાંચે ઉંચો ચડ્યો !

પાણી ઉપરનું દબાણ જેમ ઓછું થાય છે તેમ તેને ઉ

કઢવાને ઓછી ગરમી જોડે છીએ:--એક કાચની કુંપી લા-
ઇને તેને અરધી પાણીથી ભરો. પછી દીવા ઉપર એની અંદરનું
પાણી ઉકળે ત્યાં સુધી તપાવો. વરાળને લોધે કુંપીની અંદરની હવા
બહાર નીકળી જશે. પછી કુંપીને દીવા ઉપરથી લઇ જઇને
મજબુત જુથ મારીને બંધ કરો. પછી એને આકૃતિમાં બતાવ્યા
પ્રમાણે ઉંધી મૂકો. કુંપની અંદરનું પાણી ઉકળતું બંધ પડે કે ત-
રત એક બીના કડકો લેઇને તેને કુંપી ઉપર નીચોવો, એટલે કું-
પીની અંદરનું પાણી ફરીથી ઉકળવા માંડશે. પાણીને તપાવીએ
ત્યારે ઉકળે એ તો બધાએ જાણે છે, પણ આ તો ઉલટું ટાડું
પાણી રેડ્યું, ત્યારે ઉકળું ! આ કેવો અમત્કાર ! એમ કેમ થયું
તે હું તમને સમજાવું. કુંપી ઉપર ટાડું પાણી રેડ્યું ત્યારે

આકૃતિ ૩૧ મી.



એની અંદરના પાણી ઉપર દેખાય નહિ એવી વરાળનું ધણું દબાણ
તુ. જેવું ટાઢું પાણી નાંખ્યું તેવી અંદરની વરાળ ટાઢી થઈને
।૪ ગઈ, તે પાણીની ઉપરનું દબાણ ઓછું થઈ ગયું, અને
એમ થયું કે તુરત પાણી ફરીથી ઉઠ્યું !

પદાર્થનું રૂપાંતર થતાં તેના કદમાં પણ ફેરફાર થાય
છે:—જ્યારે પદાર્થનું રૂપાંતર થાયછે, ત્યારે તેના આકારમાન ઓટ-
લે કદમાં ફેરફાર થાયછે. પદાર્થ જ્યારે ધનમાંથી પ્રવાહિ, અને પ્રવા-
હિમાંથી ધન રૂપમાં આવેછે. ત્યારે તેના આકારમાનમાં અલ્પ ફેર પ-
ડતો નથી, પણ જે થોડો ફેરફાર થાયછે તે ઘણા જોરથી થાયછે.
પાણી ઠંડીથી જમીને ઘરફના રૂપમાં આવે છે ત્યારે ફૂલે છે એવું
તમને પહેલાં કહ્યું છે. જો એક મજબૂત દેગડામાં પાણી ટંકાટક ભ-

રીને પછી એને એવું સજ્જડ ઢાંકણું દા કે તેમાંથી પાણી બહાર આવી શકે નહિ. પછી એ દેગડાને એટલી ઠંડક લગાડો કે તેથી તેની અંદરનું પાણી બરફ થઇ જાય. તો એ દેગડો ગમે તેવો મજબૂત હશે તોપણ ફાટી જશે. પાણીની પેઠે ભોંદું પણ ઠરે છે ત્યારે કૂલે છે. ભોંદાને તપાવીને બીબામાં તેનો રસ નાંખીને કેટલીક ચીજો બનાવાય છે. એ રસ ટાઢો પડતાં કૂલેછે. તેથી બીબાંના દરેક ખૂણા ખોચરામાં ભરાયછે; ને બરોબર ભાત ખુલી નીકળે છે. પણ સોનું, રૂપું, તાંબુ, એ ધાતુઓ ઠરેછે ત્યારે સંકોચાયછે. તેથી બીબામાં દરેક ખૂણેખોચરે ભરાઇ જતી નથી એથી એ ધાતુના પદાર્થ બનાવવા હોય તો તેને ઠોકી અથવા કોતરીને બનાવે છે.

પ્રવાહિરૂપમાંથી વાયુરૂપમાં આવતાં પદાર્થના આકારમાન એટલે કદમાં બહુજ અન્યથા જોડલો ફેર પડેછે. એક ધન ઈંચ પાણીની વરાળને રહેવાને ૧૭૦૦ ધન ઈંચ જગા જોઇએ છીએ?

ગરમી અને આકર્ષણ એકબીજાથી ઉલટાંછે:—ગરમીનાં બધાં કામ આકર્ષણ શક્તિથી ઉલટાં હોયછે. ગરમીને આકર્ષણ શક્તિને જાણે લગાઇ હોય નહિ એવું છે. આ જગતમાં ગરમી એ કાંઇ વિલક્ષણ પ્રકારની શક્તિ છે. જો ગરમી ન હોત તો સઘળા પદાર્થ આકર્ષણથી એકઠા થઇને એક મોટો ગોળો થાત? તેમજ જો આકર્ષણ શક્તિ ન હોત તો ગરમીએ બધા પદાર્થને વાયુરૂપમાં આણીને આકાશમાં ફેલાવ્યા હોત! આ બે શક્તિઓ છે તો આપણે આ જગતમાં જુદા જુદા પ્રકારના પદાર્થ જોઇએ છીએ. અને સુખ દુઃખ ભોગવીએ છીએ.

ગરમીથી થતી ક્રિયાઓ:—ગરમીને લીધે જે જે બના-

વ બને છે તેમાંના મુખ્ય મુખ્યની હવે આપણને ખબર પડી. ગરમીથી દરેક પદાર્થ ટુકે છે. તેમનું રૂપાતર થાય છે, એટલે ધનતું પ્રવાહિ, પ્રવાહિનું વાયુરૂપ એમ થાય છે. પદાર્થ ગમે તેવો જળરો હોય પણ ગરમી તેને નરમ માંખણ જેવો બનાવે, એ ધારે તો પદાર્થને પાણી જેવો પાતળો કરી દે, અને એ ધારે તો એને વાયુ જેવો હલકો કરી દે ? !

ગરમીનો ઉપયોગ:—ધાતુઓ જૂદે જૂદે રૂપે જમીનમાં રહેલી છે તેને કાઢીને અને જૂદી પાડીને આપણે માણસોના સુખને સારૂ જૂદી જૂદી જાતનાં વાસણ કરીએ છીએ. એ બધું આપણે ગરમીની મદદથીજ કરી શકીએ છીએ.

રસાયનિક સંયોગમાં તો ગરમીનો બહુજ ખપ પડે છે. જસત અને તાંબું એ બે ધાતુઓને પાસે પાસે રાખી મૂકીએ તો કાંઈ તેનો સંયોગ થઈને પીતળ બને નહિ. પરંતુ તેને તપાવીએ તો બે ધાતુઓ પીગળીને એક બીજા જોડે મળે તો પીતળ થાય. દીવામાં તેલ પૂરી તેમાં દીવેટ મૂકી છાંડીએ તો કાંઈ દીવો થાય નહિ. દીવેટને સળગાવવી તો જોઈએ. એકવાર દીવેટ સળગી એટલે પછી તેની અંદરના તેલનું ગરમીથી પ્રયત્નરૂપ થાય છે અને તે માંથી હેત્રોજન અને કાર્બોન પેદા થાય છે. હવાની અંદરના એક્સિજન જોડે એ બનેના સંયોગ થાય છે અને તેથી દીવાની જોત દેખાય છે. દીવાની જોતમાંથી વળી વધારે ગરમી પેદા થાય છે, અને તેથી વળી વધારે તેલનું પ્રયત્નરૂપ થાય છે. એ પ્રમાણે જ્યાં સુધી દીવામાં તેલ હોય છે ત્યાંસુધી બને છે. અને દીવાની જોત દેખાય છે. તેલ થઈ રહ્યું. દીવો ઓલવાઈ જાય છે.

• રસાયનિક મિશ્રણ થતાં કેટલીકવાર ગરમી અને કેટલીક ઠંડક ઉત્પન્ન થાય છે:—કેટલાંક રસાયનિક મિશ્રણોમાંથી ગરમી પેદા થાય છે અને કેટલાંકમાંથી થંડી પેદા થાય છે. કળીચૂનો અને પાણી એ થંડા પદાર્થ છે. પણ જ્યાં એકઠા કરીએ કે તેમાં એટલી ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે કે આપણે આંગળી ધાલીએ તો દાઝી જાય છે. ખાવાનું મીઠું અને બરફનો ભૂકા એને એકઠાં કરીએ તો તેમાંથી થંડક પેદા થાય છે. એ ઠંડક બરફથી પણ વધારે છે. એટલે બરફમાંથી પણ ગરમી એટલી થઈ જાય છે. મીઠું અને પાણી એ એ વચ્ચે રસાયનિક પ્રીતિ બહુ હોય છે, તેથી મીઠું, પાણી જોડે મળી જાય છે. પણ બરફનું પાણી થતાં ગરમીને અપ પડે છે. અને એ ગરમી ગુપ્ત ગરમીને રૂપે રહે છે. એ આપણે પહેલાં જોઈ ગયા. આ બરફ એ ગરમી ક્યાંથી લાવે? પોતાની ગરમીએ રૂપાંતર થતાં અપે છે અને એ પ્રમાણે ગરમી ગુપ્ત થઈ જવાથી એ મેળવણી ઠંડી થઈ જાય છે.

• હથેલીમાં ઠંડો પદાર્થ મુકતાં તે સ્થળે ઠંડક શા કારણથી જણાય છે:—કેટલાક પદાર્થો જલદીથી વાયુરૂપ ધારણ કરે છે અને તેથી ધણી ઠંડક પેદા કરે છે. જુઓ, હું તમારા હાથમાં આ ઇથર નામની દવા રેડું છું. કેમ? બહુ ટાંટું ટાંટું લાગે છે કે, એનું કારણ સમજ્યા? ઇથર વાયુરૂપ ધારણ કરે છે, પણ એ રૂપ ધારણ કરતાં જ ગરમી જોઈએ તે ક્યાંથી લે છે? તમારા હાથમાંથી; જો જગ્યાએ તમારી હથેલીમાં ઇથર છે તે જગ્યાએથી ગરમી લઈ લે છે અને તેથી તમને ઠંડક લાગે છે.

પાણીનો એક ગમત મર્યો પ્રયોગ:—પાણીનો એક રમૂજ બરેલો પ્રયોગ કરાય છે. વાયુશોષક યંત્રમાં કાચના વાસણની નીચે છાછરા વાસણમાં પાણી ભરવું. અને એક ગંધકનો તેજ્ય બરેલો પ્યાલો પણ પાણીના વાસણની પાસે અને કાચના વાસણની નીચે મૂકવો. પછી એમાંથી વાયુ શોષવા માંડવો. પાણી ઉપરથી જેવું હવાનું દબાણ ઓછું થયું કે પાણીનું આબ્મભવન થવા માંડશે ગંધકનો તેજ્ય પાણીની વરાળને ચુશી લેશે. કમકે અને અને પાણીને ધણી રસાયનિક પ્રીતિ છે. એમ જેમ જેમ તમે હવા ખાલી કરતા જશો તેમ તેમ પાણીનું આબ્મ ભવન ઓટલું તો વધારે જલદી થશે, અને આબ્મભવન થતાં થતાં પોતાની અંદરથી ગરમી ઓટલી તો ચૂશી લેશે (તમે જાણો છો કે વરાળને ગુપ્ત ગરમી ધણી જોઈએ છીએ.) કે પાણીનો બરફ થઈ જશે.

ઉનાળામાં માટીના બેડામાં પાણી રાખવાનું કારણ:—

તમે બધાએ જાણ્યો છો કે ઉનાળામાં માટીના બેડાનું પાણી વધારે થંડુ, અને પીતળનાનું ગરમ હોય છે. ધાતુના વાસણમાંથી પાણી બહાર ઝમી આવતું નથી, પણ માટીના વાસણમાંથી પાણી બહાર ઝમી આવે છે અને આબ્મ ભવન થઈને ઉડી જાય તેમ તેમ બીજું પાણી ઝમી આવે છે. આબ્મ ભવન થતાં જે ગરમી જોઈએ તે પાણી માંથી ધટે છે, અને તેથી પાણી ઠાંડું થાય છે.

તમે જો બર ઉનાળામાં બપોરે નદીએ ગયા હો, ને પાણી પીવું હોય અને નદીનું પાણી તો ઘણું ઉનું હોય તો હું તમને એક ઉપાય બતાવું, તમારી પાસે ચોખ્ખું લૂગડું હોય તો તેને પાણીમાં ઢોળવું. અને પછી એને પહેાળું કરીને પવન લાગવા દેવો. પછી જો

નીચેવા તો એ પાણી ટાકું હિમ જેવું લાગશે. લૂમડાની અંદરના પાણીનું બાષ્પબલન થવાથી ગરમી થટી જાયછે.

ગરમીનું પ્રસરણ:—ગરમી કાઈ દિવસ એક જગ્યાએ રહેતી નથી. નિરંતર ફેલાયાજ કરે છે. એકાદો ગરમ પદાર્થ બીજા થડા પદાર્થની પાસે મૂકીએ તો તે પદાર્થમાંથી ઠંડા પદાર્થમાં જવા માંડેછે. ગરમ પદાર્થ ઠંડો થાયછે અને ઠંડો પદાર્થ ગરમ થાય છે.

ગરમ પદાર્થને અડવાથી અથવા દેવતાને અડવાથી જ્યારે પદાર્થ ગરમ થાય છે ત્યારે તે એકદમ ગરમ થતો નથી. જે ભાગને અગાડીથી ગરમી લાગે છે તે પહેલો તપે છે, પછી તેની પાસેનો, એ પ્રમાણે બધો પદાર્થ તપી જાયછે. દેવતામાં લોહાની કડછી મૂકીએ તો પહેલાં તેનો દેવતામાં મૂકેલો ભાગ તપેછે. પછીથી તેનો દાંડો ઉતરે નો થાયછે. અને પછી બીજી તરફનો છેડો ઉતરે થાયછે. જેમ પાણીમાં લહેરો ઉત્પન્ન થાયછે તે પ્રમાણે પદાર્થમાં ગરમીની પણ લહેરો ઉત્પન્ન થાય છે.

જુઓ, મારા હાથમાં એક ધાતુનો તાર લઇને તેનો એક છેડો હું આ દીવામાં ધરુંછું. દીવામાંનો છેડો તપીને લાલચોળ થઇ ગયો. આ બીજો છેડો પણ ગરમ ગરમ થઈ ગયો. હવે તો મારાથી ક્લાતો પણ નથી. લો મંગળજી, તમે જાણો. હાં! દાંડો છે કે? આ ધાતુનો તાર ઉજ્જુતા વાહક છે એ સમજ્યા?!

હવે આ અગરબત્તી લઇને હું એને સળગાવું છું. જુઓ, એક છેડો સળગીને બળ્યા કરે છે. આટલીવાર થઇ પણ એ પોતે તપી નથી. તમે લો જોઈ! કેમ, ઉજ્જમશી, દાંડો છે કે? તા? ત્યારે જેવું આ અગરબત્તી તે મંદવાહક છે, કેમકે એમાં ગરમી જઇ શકતી નથી.

ઉષ્ણતાવાહક અને મંદવાહક પદાર્થો:—આ બે પ્રયોગપરથી તમારા સમજવામાં આવ્યું હશે કે કેટલાક પદાર્થ વહેલી તપી જાય એવા છે ને કેટલાક તપતા નથી. જેમાં ગરમી વહેલી પસરે છે તેને ઉષ્ણતાવાહક કહે છે. લાકડું કે એવા ખીજ પદાર્થો જેમાં ગરમી જઈ શકતી નથી તેને મંદવાહક કહે છે. સમજી જાતની ધાતુઓ ઉષ્ણતાવાહક છે એટલે એમને દેવતામાં મૂકીએ તો તે વહેલી વહેલી હતી થઈ જાય છે. ધાતુના પદાર્થમાં બે ગુણ હોય છે. એક તો તે મજબૂત હોય છે અને વળી તે જલદીથી તપી જાય છે. આ બે ગુણ સાથે હોવાને લીધે ધાતુઓ ઘણા કામમાં વપરાય છે. રાંધવાનાં વાસણ, પાણી ઉતું કરવાનાં વાસણ, પાણી ભરી રાખવાનાં વાસણ, બધાં ધાતુનાં હોય છે. આગગાડી અથવા ખીજ સંચામાં વરાળ ભરવાનાં વાસણ પણ ધાતુની જ બનાવે છે. કેમકે તેથી અંદરનું પાણી વહેલું ઉતું થાય છે, અને વરાળ થયા પછી વરાળના જોરને લીધે આવાં વાસણ ફાટી જતાં નથી.

મંદવાહક પદાર્થોની જરૂર તેનો ઉપયોગ:—મંદવાહક પદાર્થ પણ જરૂરના છે. ઉન, પીછાં, લાકડું, રૂ, વગેરે પદાર્થ વહેલા તપી જતા નથી. જેવા જઈએ તો પાણી અને હવા પણ મંદવાહક છે, પરંતુ પ્રવાહિ અને વાયુરૂપ હોવાને લીધે તેનાં તપેલાં રજકણો હલકાં થઈને ઉપર જાય છે, અને તેની જગાએ ખીજ રજકણો આવે છે. આ નવાં આવેલાં રજકણો પણ ગરમ થાય છે, ને ઉપર જાય છે. એ પ્રમાણે આ પદાર્થોમાં ગરમી ચોતરફ ફેલાય છે. શિઆળામાં આપણે ઉનનાં લૂગડાં પહેરીએ છીએ. આવાં

લૂગડાં મંદવાહક હોવાથી આપણા શરીરની ગરમી બહાર જવા દેતાં નથી અને બહારની શરદીને અંદર આવવા દેતાં નથી. તેથી આપણા શરીરની ગરમીનો બચાવ થાય છે. આપણે એને ગરમ લૂગડાં એવું નામ આપીએ છીએ. તેથી તે કાંઈ ગરમી પેદા કરે છે તેમ નથી, એ તો માત્ર આપણા શરીરની જ ગરમીને જાળવી રાખે છે.

ઉનાળાના દિવસમાં “ચંડો ખરફ” એવી ખૂબ પાડનારો શું વેચે છે એ જાણો છો કે નહિ? પાણી ઠંડું કરવાને લોકો એ ખરફ લે છે. એ બધો ખરફ ક્યાંથી આવે છે. એ તમે જાણો છો? અમેરિકા ખંડ અથવા ઉત્તર મહાસાગરમાંથી ખરફ ભરીને મોટી મોટી આગબોટો મુંબઈ આવે છે. એ ખરફ પીગળી ન જાય માટે એને લાકડાનો વેર, લુસું, નમદો વગેરે મંદવાહકપદાર્થમાં દાખી રાખે છે. જેથી બહારની ગરમીથી એ પીગળી જતું નથી. ખરફને બહારનો તાપજ લાગતો નથી! કહો ત્યારે ઉન ને બુનસ ને એવા એવા પદાર્થને ગરમ કહેવા કે ઠંડા? આપણે શિયાળામાં પહેરીએ તો આપણને તાપ લાગે અને ખરફને ઉલ્લટો ટાઢો રાખે!! ઉપરના દાખલાઓથી તમને સમજાયું હશે કે એ લૂગડાં ગરમે નથી ને ઠંડાંએ નથી, માત્ર મંદવાહક છે.

ગરમીનો પ્રવાહ, પટલે વીજા પ્રવાહની જાહેં મળીને તેનું વહેવું:—પાણી સ્થિર હોય છે ત્યાં સુધી તેની અંદર ગરમી જલદી પસરી શકતી નથી. પરંતુ તેનો પ્રવાહ આવે તો તે પ્રવાહ જોડે જોડે ગરમીનો ફેલાવો જલદી થઈ જાય છે.

એક કાચની લાંબી ટેરટ ન લાઇએ, અને તેમાં એક બે આંગળ બાણી રહે તેટલું પાણી ભરીએ. હવે જો નળીના ઉપરના

જામ અગાડી દીવો મૂકીને તપાસીશું તો માત્ર ઉપરનું પાણી ઉતું થશે, અને પાણીનું બધું પાણી ઠંડું રહેશે. પાણી અને કાચ બે મંદવાહક છે. માટે ગરમી પસરતી નથી.

આકૃતિ ૨૨ મી.



હવે એજ ટેસ્ટ નખીને ફરી ભરીએ, અને ઉપરને જદલે નીચે દીવો ધરીએ તો ઉપરનું પાણી ઉતું થવા લાગ્યું! આપણે તો નીચેનું પાણી તપાવ્યું, અને ઉપરનું કેમ તપ્યું વાર! એનો ઉત્તર એટલોજ કે પાણી બે લાડકાના બેટું સખત હોત તો નીચેથીજ ઉતું થાત. અને ઉપરથી ન થાત. પણ એ તો પ્રવાહિ પદાર્થ પડ્યું એટલે તેનાં નીચેનાં તપીને ફૂલેલાં એટલે હલકાં થયેલાં રજકણો ઉપર આવે છે. અને તે ઠંડાણે બીજા થડાં રજકણ આવે છે. એ પ્રમાણે પાણીમાં ઉપર જવાનો પ્રવાહ ઉત્પન્ન થયો કે તેની બેડે બેડે ગરમીનો પણ પ્રવાહ ચાલે છે. અને બધા પાણીને ગરમ કરે છે. આ પ્રયોગ વિશે વિચાર કરશો તો તમને સમજાશે કે

આકૃતિ ૩૩ મી.



પાણી, હવા દર્યાદિ પદાર્થમાં ગરમી સહેલાઈથી ફેલી શકતી નથી. પણ તેમાં જો પ્રવાહ ચાલુ થાય તો ભેગો ગરમીનો પણ પ્રવાહ ચાલુ થાય છે અને તે ફેલાય છે.

હોજ, તળાવ, ફૂવા વગેરેનાં પાણી સ્થિર હોય છે. બપોરે તેમનાં પાણી તપે છે. પણ તપું એટલે હલકું થઈને સપાટીપરને સપાટીપર રહે છે. પાણી મંદવાહક છે માટે નીચેનું પાણી તપતું નથી. હવે સિઆજો છે અને બહુજ ટાઢ પડી એમ ખારો. આથી સપાટી ઉપરનું પાણી ટાઢું થઈને ખારે થાય તેથી ફૂગીને નીચે નીચે ને નીચેનું ઉપર આવે એ પ્રમાણે નીચેનું પાણી ટાઢું અને ઉપરનું પાણી ઝરમ હોય છે.

પાણી ગરમીના સાધારણ નિયમનો એક અપવાદ:—
પરંતુ સેન્ટિગ્રેડ ઉષ્ણતા માપક યંત્રમાં 0° અંશથી તે 4° અંશ સુધીમાં પાણી ઉપર કંઈ તેનાથી ઉલટી રીતે વર્તે છે. 100° અંશ

જાતી ગરમીવાળું પાણી ટાડું થતાં થતાં ૪° અંશ ગરમ થયું એમ ધારે. જેમ જેમ ગરમી ઓછી થાય તેમ તેમ ઉપરનું પાણી નીચે અને નીચેનું ગરમ પાણી ઉપર એમ આવ્યા કરે છે. પણ જ્યાં ૪° અંશ ગરમીએ આવ્યું કે આમ થતું અટકે છે. ૪° અંશથી ૩° અંશ ગરમી થાય એટલે પાણી સંકોચાતું નથી પણ ઉલટું ફૂટે છે, એટલે હલકું થાય છે. અને નીચે ન જતાં ઉપરજ રહે છે. એ અંશ થયા એટલે વળી વધારે ફૂલીને હલકું થાય છે તેથી ઉપરજ રહે છે. એ પ્રમાણે ઝરફ અને ત્યાં સૂકી થયાં કરે છે. અને જ્યારે સપાટી ઉપર ઝરફ થાય છે ત્યારે નીચેનું પાણી ૬ અંશ ગરમીવાળું હોય છે અને વહેતુંજ રહે છે !

મહાસાગરોમાં વહન થવાનું કારણ:—પાણીના પ્રવાહની સાથે સાથે ગરમીનો પ્રવાહ ચાલે છે તેનો મોટો દાખલો એક તો મહાસાગરો છે. ઉષ્ણ કટિબંધમાં સૂરજ માથાપર આવે છે એટલે ત્યાંનું પાણી ખૂબ તપે છે. શીતકટિબંધમાં એમ તપતું નથી. ગરમ પાણી હલકું હોવાથી ઉપરની બાજુએ શીતકટિબંધ તરફ જાય છે, અને શીતકટિબંધનું ટાડું અને ભારે પાણી નીચલી બાજુથી ઉષ્ણકટિબંધ તરફ આવે છે. આથી મહાસાગરમાં મોટાં વહન પેદા થાય છે.

વાતાવરણમાં વહન થવાનું કારણ:—વાતાવરણમાં પણ એવાજ કારણને લીધે હવાના પ્રવાહ ચાલે છે. હવા હાલે ત્યારે આપણે એને પવન કહીએ છીએ, એ તો તમને ખબરજ હશે. ઉષ્ણકટિબંધમાંથી એ પવન ઉઠે જાય છે, અને એની ખાલી પડેલી જગ્યા તરફ શીતકટિબંધની હવા આવે છે. ઉપરની હવા

ધ્રુવ તરફ જાય છે અને ત્યાંની હવા વિષુવવૃત્ત તરફ આવે છે.

સૂરજની ગરમીથી દિવસે જમીન જોટલી તપે છે તેટલું દરિ-
આનું પાણી તપતું નથી. તેથી ત્યાંની હવા ઠંડી હોય છે. જમીનની
હવા ગરમ હોવાના સમયથી ઉચે જાય છે. અને તેની જગ્યાએ દરિ-
આની ઠંડી હવા આવે છે. સંધ્યાકાળે દરિઆ કિનારે ઠંડો પવન
આવે છે. એનું કારણ આ છે. વળી એથી ઉલટું રાત્રે જમીન વ-
હલી ટાઢી ચઢે જાય છે અને પાણી વહેલું ટાડું થતું નથી. તેથી
સવારે જમીન તરફનો પવન દરિઆ તરફ જાય છે.

આવીજ રીતે આપણા રસોડાની અથવા જે ઓરડામાં ચૂલા
સળગાવ્યા હોય છે તેની હવા પાતળી થઇને ઉઝી જાય છે, અને
ખીજી હવા ત્યાં આવે છે. ઓરડામાં તાપ સળગાવ્યો હોય ત્યારે
જો બારણામાં ઉભા રહો તો તમને તરત લાગે કે હવા જોરથી
ઓરડામાં પેસે છે.

ગરમી અને પ્રકાશનું સીધી લીંટીમાં ફેકાવું:—ગરમ

પદાર્થને અડક્યાથી ખીજ પદાર્થોમાં ગરમી કેવી રીતે જાય છે અને
તે પદાર્થ ગરમ થાય છે તે આપણે જોયું. તેમજ તપેલા પદાર્થ
પ્રવાહિ હોય તો તેના પોતાના પ્રવાહની જોડે જોડે ગરમીનો પ્ર-
વાહ કેવી રીતે ઉત્પન્ન થાય છે, અને એનાથી તે પદાર્થ કેવી રીતે
ગરમ થાય છે તે પણ આપણે જોયું. હવે ગરમી અને પ્રકાશ સી-
ધી લીંટીમાં કેવી રીતે ફેકાય છે તે જોઇએ. લાપણી કરીને આપ-
ણે તાપવા બેઠા હોઇએ ત્યારે છેટેથી પણ આપણને એનો તાપ
લાગે છે અને પ્રકાશ જણાય છે. સૂરજ પૃથ્વીથી આટલો બધો દૂર
હોવા છતાં પણ આપણને એની ગરમી અને પ્રકાશ મળે છે. સૂરજ,

અગ્નિ ધસાદિનાં કિરણો તેમના મધ્યખિંદુમાંથી નીકળીને ચોપરફે ફેલાય છે. ગોળનાં મધ્યખિંદુમાંથી† નેમ ત્રિજ્યાઓ* નીકળે છે તેમજ આ કિરણો પણ ફેલાય છે. તમને મધ્યખિંદુને ત્રિજ્યા એ શબ્દો સમજવા જેટલી જૂનીતિ તો આવડતી હશે. આ પ્રમાણે મધ્યખિંદુમાંથી ચોતરફ સીધી લીટીમાં ફેલાવાને ગરમીનું સીધી લીટીમાં ફેલાવું એમ કહીએ.

દેવતામાં એક લોહાનો ગોળો તપાવવા મૂકીએ. જ્યાં સૂધી એ બરાબર તપ્યો નથી ત્યાં સૂધી આપણે એને આંગળી અડાડીને કેટલો ઉનો થયો તે જોઈ શકીશું, પણ જ્યાં વધારે ઉનો થયો કે પછી એની પાસે આંગળી લઈ જઈશું કે આપણને તાપ લાગશે. આ પ્રમાણે તપતાં તપતાં ગોળો ચળકવા માંડશે. પહેલાં તો ગોળો તપાને લાલ દેખાશે પછી પીળો, પછી ઘોળો અને પછી ઘણો તેજસ્વી દેખાશે.

ગરમી અને પ્રકાશ એ એકજ છે:—નેમ અવાજ આપણને કાન વડે જણાય છે, તેમ ગરમી આપણને ચામડીથી જણાય છે. અને પ્રકાશ આપણને આંખવડે જણાય છે. ઇથરની અંદર થયેલી લહેરો ચામડીને અડે તેને આપણે ગરમી કહીએ છીએ. નજરે જણાય તેને પ્રકાશ કહીએ છીએ. બાકી

† ગોળ અથવા ગોળક એ ધન આકૃતિ છે એની અંદરના એક ખિંદુથી તેના પૃષ્ઠ ભાગ સુધી દોરેલી બધી લીટીઓ સરખી હોય છે.

‡ ઉપર કહેલા ગોળની અંદરના ખિંદુને તેનું કેન્દ્ર કહે છે.

* કેન્દ્રથી પૃષ્ઠ ભાગ સુધી ગયેલી લીટીઓને ત્રિજ્યા કહે છે.

કિયા તો એકની એકજ. મરમી એટલે દેખાય નહિ એવો પ્રકાશ અને પ્રકાશ એટલે દેખાય એવી મરમી, એમ કહીએ તોપણ ચાલે.

સ્વપ્રકાશક અને પરપ્રકાશક પદાર્થો:—પ્રકાશના સંબંધમાં પદાર્થના સ્વપ્રકાશક એટલે પોતાના તેજવાળા, અને પરપ્રકાશક એટલે બીજાના તેજથી ચળકતા એવા એ બામ પડે છે. સૂરજ, તારા એ બધા સ્વપ્રકાશક છે કેમકે તેમનામાંથી પ્રકાશનાં કિરણ આપણી આંખને લાગે છે. પથરા, માટી, લાકડાં, એ પદાર્થ પરપ્રકાશક છે કેમકે એમની પોતાની અંદરથી કાંઈ તેજ નીકળતું નથી. પણ બીજાનું તેજ તેમનાપર પડે છે અને તેથી તેઓ પ્રકાશીત થઈને તેનાં કિરણ આપણી આંખપર ફેકે છે. તેથી આપણે તેમને દેખીએ છીએ. કાંઈપણ પદાર્થ ઉપર બીજા પદાર્થમાંથી પ્રકાશ આવે છે તારે ત્રણ પરિણામ થાય છે. કેટલાંક કિરણ પદાર્થમાંથી પરાવર્તન પામે છે એટલે પાછાં ફેંકાય છે. કેટલાંક તેમાં થઈને બીજી તરફ નીકળી જાય છે. અને કેટલાંક તે પદાર્થમાંજ અદૃશ્ય થઈ જાય છે.

સવારે સૂરજ ઉગ્યો કે પ્રકાશ ચોતરફ ફેલાય છે, અને નદી, નાળાં, સરોવર, પર્વત, ઘરખાર, ઘસાદિ ઉપર પડે છે. અને તે આપણે જોઈએ છીએ.

પદાર્થને આપણે શી રીતે જોઈ શકીએ છીએ:—રાત્રે દીવો ફરીએ છીએ તેનો પ્રકાશ પણ બધી વસ્તુઓ ઉપર પડે છે અને આપણે તેમને દેખીએ છીએ. દીવો, સૂરજ અથવા બીજા પ્રકાશ આપનારા પદાર્થ ન હોય તો બધું અંધારૂં ધોર પડે. પાશેની

વસ્તુઓને આપણે અડકીને પારખીએ, પણ એ બધું ધૂળ. જરી રીતે અનવાળાથી ખીજી વસ્તુઓ દેખાય છે. તેમ કાંઈ થાય નહિ. તમે કહેશો કે અનવાળાનાં કિરણ પદાર્થ ઉપર પડ્યાં તેમાં આપણાથી દેખાય શું કરવા? એનું કારણ એ કે અનવાળાનાં કિરણ પદાર્થ પર પડે અને સાંધી પાછાં પરાવર્તન પામે અને આપણી આંખમાં જાય, અને ત્યાંનાં જ્ઞાનતંતુ ઉપર તેની અસર થાય, તેથી આપણે તેને દેખી શકીએ છીએ. જો પદાર્થ ઉપરથી પરાવર્તન પામેલાં કિરણો આપણી આંખમાં ન જાય તો આપણને તે દેખાયજ નહિ. જો તમે સૂરજ, દીવો કે ખીજા પ્રકાશિત પદાર્થ અને તમારી આંખની વચ્ચે તમારો હાથ ધરો તો તે તમારાથી દેખાશે નહિ. પરંતુ વચમાં આવનાર પદાર્થ જો પારદર્શક હશે તો તમે તે છતાં પણ જોઈ શકશો. કાચ, પાણી, હવા, ઇત્યાદિ પદાર્થ પારદર્શક છે તેથીજ તે વચ્ચે આવે તે છતાં જોવામાં હરકત આવતી નથી.

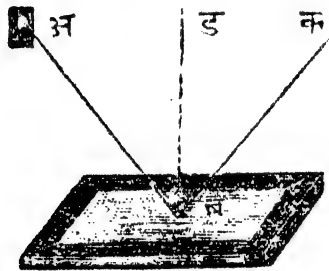
કેટલાક પદાર્થ ગરમીનાં કિરણોને આરપાર જવા દે છે. પણ પ્રકાશનાં કિરણને જવા દેતાં નથી. કેટલાક ગરમી અને પ્રકાશ બેનાં કિરણને આરપાર જવા દે છે. સિંધવ (રોકસોલ), ગંધક આ પદાર્થો પોતાની અંદરથી ગરમીને જવા દે છે, પણ પ્રકાશને નથી જવા દેતા. હવા, પાણી, કાચ એ ગરમીને પણ જવા દે છે અને પ્રકાશને પણ જવા દે છે.

કિરણનું પરાવર્તન:—આપણે કોઈ તળાવ પાસે જઈએ તો કાંઠા પરનાં જાડ, ધર વગેરે એમાં દેખાય છે. વળી એ બધાં પાણીમાં જોઈતાં ઉંચે હોય તેટલાંજ પાણીમાં ઉડાં દેખાય છે! પાણીમાં જે પદાર્થ દેખાય છે તેને બહારના પદાર્થનાં પ્રતિબિંબ કે પડછાયો

હકીએ છીએ.

તકતામાં દિવાનો પડછાયો જોઈએ તો દીવો જેટલો તકતાની આણીમેર હશે તેટલોજ તકતાની પેલીમેર જણાશે. આ સંબંધ કિરણુ પરાવર્તન પામવાને લીધે થાયછે. પદાર્થ ઉપર પડેલાં કિરણો કેવી રીતે પરાવર્તન પામે છે તે જોવાને નીચે સંખેષા પ્રયોગ કરી જોઈએ.

આકૃતિ ૩૪ મી.



એક અંધારી ઝોરડીમાં જઈને જ્યાં *રંગળીયું પડતું હોય ત્યાં એક પાણીનું બરેલું વાસણ અથવા આરસી મૂકવી. રંગળીયાને ફરતે સરળનું કિરણ પાણીમાં અથવા આરસી ઉપર પડીને પછી ખીજા બાજુ તરફ કેવું પરાવર્તન પામે છે તે તમને સહેજ જણાશે. બાજુપરની આકૃતિમાં અ અગાડીથી રંગળીયું આવીને બ આરસી ઉપર પડે છે. તો એનું પરાવર્તન ડ બ અ ખુણા જેટલું ક બાજુ તરફ પડશે અ કિરણ જેટલા વાકથી આવે છે

* રંગળીયું=છાપડું અથવા ખીજા જગ્યાએ એવું કાણું હોય કે જોમાંથી સરળનું અજવાળું આવતું હોય. અને તેથી અજગવાળાના ધાંભલા જેવું જણાય છે તે.

તેટલાજ વાંકથી એનું પરાવર્તન કં તરફ થશે.

તેમજ કિરણની આવવાની લીટી અ વ, આરસા ઉપર લંબ લીટી હ વ અને પરાવર્તન થનારી લીટી વક એ એકજ સપાટીમાં હોય છે. અંધારામાં આવતા રમણીઆમાં જે કચરો ધસ્યો હોય છે તેના ઉપર સૂરજનું અન્વણું પડીને તે પ્રકાશિત થાય છે. અને તેમના ઉપરથી કિરણો પરાવર્તન પામીને આપણી આંખમાં આવે છે. અને આપણાં જોવાનાં જ્ઞાનતંતુ ઉપર પડીને અસર પેદા કરે છે. જેથી આપણે જોઈ શકીએ છીએ.

દેસીતી મૂલ:—આપણે જ્યારે આરસામાં આપણું અથવા ખીમ કાઢતું પ્રતિબિંબ જોઈએ છીએ ત્યારે તે આપણને આબેહુજ લાગે છે. પરંતુ તેમાં એક જાતની ભૂલ થાય છે. તે કાઢતે તરત જણાતી નથી. આપણી સામું મોં કરીને કાઢ ખીજે માથુસ હોયો રહે તો નેનો ડાબો હાથ, ડાબો પગ વગેરે આપણા જમણા હાથ અને જમણા પગની સામે આવે છે. અને એનો જમણો હાથ અને ડાબા પગની સામે આવે છે. પણ આરસાની અંદરના પ્રતિબિંબમાં જોઈશું તો આપણા જમણા હાથ પગ, જમણા હાથ પગની સામે, અને ડાબા હાથ પગ ડાબા હાથ પગની સામે આવેલા હોય છે. આપણા ડાબા જમણા શરીરમાં ઘણો ફેર ન હોવાથી આ વાત તરત જણાઈ આવતી નથી.

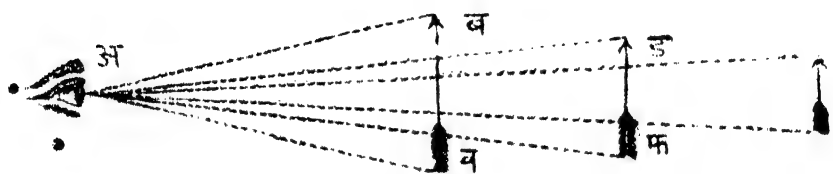
પણ હું હું એમ કરો તો તમને આ દેખીતી ભૂલ તરત જણાઈ આવે. તમે એક મોટા આરસા સામે હોવા રહો તમારી પાછડી ડાબી બાજુ તરફ વાંકી મૂકો અને ડાબી તરફ એક છોકરાને તેડો અને જમણી તરફ એક છોકરને તેડો, પછી જુઓ શું

દેખાય છે તે? તમારી પાંધડી જમણી તરફ વાંકી મૂરી હોય એમ જણાશે. અને તમારી જમણી તરફ છોકરો અને છોકરી હોય તો એમ જણાશે.

એકાદ લખેલો કાગળ લઇને તકતા સામે ધરીને તેનું પ્રતિબિંબ પડે તે વાંચજો, તમારાથી વંચાશે તો કારણ કે સપાટા અક્ષરો ઉલટા પડેલા હશે.

પદાર્થનો દર્શક સ્ત્રુણો:—પદાર્થ જમ જમ આપણી પાસેથી દૂર જાય છે તેમતેમ તેનો દર્શક ખૂણો નાનો થાય છે. તેથી તે નાનો દેખાય છે. એ વાત નીચેની આકૃતિથી જરાજરા સમજાશે.

આકૃતિ ૩૨ મી.



જો જોનારી આંખ અ અગાડી હોય અને વ ક પદાર્થન જોતા હોય એ તો વ અગાડીથી આંખમાં આવનાર વ અ કિરણ અને ક અગાડીથી આવનાર ક અ કિરણ, એમનાથી થયેલો વ અ ક દર્શક ખૂણો, તે જો એ પદાર્થ ડ ફ જોયો દૂર લઇ જાય એ તો તે જગ્યાએથી આવતાં કિરણોથી થનારો ડ અ ફ દર્શક ખૂણ કરતાં મોટો હોય, અને પ્રમાણ જમાં મોટો છે તે પ્રમાણમાં

જ પહેલી જગાએ એ પદાર્થ મોટો દેખાય છે, અને બીજી જગાએ એ પદાર્થ નાનો દેખાય છે. ઉપરની આકૃતિપરથી સાફ સમજશે કે જે પદાર્થનું છેદ ૨:૩ ના પ્રમાણમાં વધારીએ તો તે એથી ઉલટા એટલે ૩:૨ ના પ્રમાણમાં નાનો દેખાય.

પાસેની વસ્તુઓ મોટી દેખાય છે અને દૂરની નાની દેખાય છે એ તો બધાના લક્ષમાં હશે. જેમ જેમ અગાડી જોઈએ તેમ તેમ આપણે ચાલતા હોઈએ તે સડક આધેથી સાંકડી થતી જણાય છે. અને જે સરખા કદની સામ સામેની બારીઓ જોઈએ તો આધેની બારી પાસેની બારી કરતાં નાની જણાય. એ આ કારણને લીધે જ બને છે.

અંતર્ગોળ અને બાહ્યગોળ આરસી:—કાચના એકાદ પોલા ગોળાને કાપીએ તો તેના એક બાજુએ ખાડાવાળો અને એક બાજુ કુલેલી એવા ભાગ થાય છે આવા કાચના જે જતના આરસા થાય છે. જેમાં જોનારની તરફ \cup અર્ધચંદ્ર જેવો આકાર હોય છે તેને અંતર્ગોળ કહે છે, અને જેમાં જોનારની તરફ એથી ઉલટી બાજુ હોય છે તેને બાહ્યગોળ આરસા કહે છે.

સપાટ આરસામાં જોતાં દેખાવ:—સપાટ આરસાની અગાડી જે કોઈ પદાર્થ મૂક્યો હોય તો તેનું પ્રતિબિંબ આ બાજુએ તે પદાર્થ દૂર હોય તેટલું જ અંદરની બાજુએ દૂર દેખાય છે. તેમજ પદાર્થનું પ્રતિબિંબ સુલકું (ઉપરની બાજુ ઉપર ને નીચેની નીચે એવું) અને પદાર્થ જેવડું જ દેખાય છે. પરંતુ ડાબું એ જમણું, અને જમણું એ ડાબું દેખાય છે. ગોળ આરસામાં એમ થતું નથી. ગોળ આરસામાં પ્રતિબિંબ કેવું પડે છે તેના કટલાક નિયમ હોય છે.

• અંતર્ગોળ આરસામાં જોતાં દેખાવ:—અંતર્ગોળ આરસી-

ના વાંકની મધ્યની પેલીમેર કોષ પદાર્થ મૂકીએ તો તેનું પ્રતિબિંબ આરસીની અગાડીની બાજુએ તેની અડધી ત્રિજ્યાના કરતાં કાંઈક વધારે દૂર દેખાય છે. આ પ્રતિબિંબ મૂળ પદાર્થ કરતાં નાનું, અને ઉધું દેખાય છે. પદાર્થને ત્યાંથી જેમ વાંકના મધ્યની પાસે લાવીએ તેમ તેમ તે પ્રતિબિંબ પણ વધારે વધારે નાનું થતું થતું મધ્ય તરફ જતું જણાય છે. પદાર્થ બરાબર મધ્યમાં આવ્યો કે પ્રતિબિંબ પણ મધ્યમાંજ આવે છે. આ જગાથી પદાર્થને ખસેડીએ તોપણ તેનું પ્રતિબિંબ ઉધુંજ દેખાય છે. અને જેમ જેમ દૂર જાય તેમ તેમ વધારે વધારે મોટું, અને ઝાંખું થતું થતું મધ્યની પેલીમેર જતું હોય નહિ, એમ લાગે છે. જેવો તે પદાર્થ આરસાની અર્ધી ત્રિજ્યા જેટલો પાસે આવે કે પ્રતિબિંબ સમૂળગું દેખાતું નથી; પરંતુ પદાર્થને અર્ધી ત્રિજ્યા કરતાં વધારે પાસે લઈ જઈએ તો તેનું પ્રતિબિંબ આરસાની પછવાડેની બાજુએ દૂર દેખાવા માંડે છે. આ પ્રતિબિંબ ઉધું અને મોટું હોય છે. પદાર્થને આરસાને અડકાડીએ તો પ્રતિબિંબ પણ અડકેલું અને પદાર્થ જેવડુંજ દેખાય છે આવી આરસીમાં બહુજ પાસેથી મોં જોઈએ તો વળી ઉધું ન દેખાતાં સીધું પણ દેખાય છે—

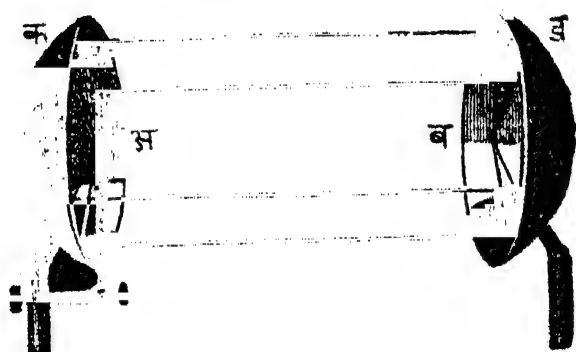
બાહ્યગોળ આરસાની અગાડી પદાર્થ મૂકીએ તો તેનું પ્રતિબિંબ આરસાની પછવાડી અવળું દેખાય છે. આ પ્રતિબિંબ પદાર્થના કરતાં પાસે અને એના કરતાં નાનું દેખાય છે.

પ્રતિબિંબ ઉપર કહ્યા પ્રમાણે શું કરવા જણાય છે. તેમજ તે નાનું મોટું શા કારણથી જણાય છે તે જાણવાને માટે તમને ભૂમી તિ સારી આવડવી જોઈએ, માટે અહીં એ સંબંધી વધારે કહેતા નથી.—

અંતર્ગોળ અને બાહ્યગોળ આરસા લઇને જોશો તો તમને આ પ્રમાણે જણાશે.

પરાવર્તક નામનાં ધાતુનાં એ અર્ધગોળ વાસણ હોય છે. એમની અંદરની બાજુ ઘણી સાફ ચક્રચકિત કરેલી હોય છે. એ પરાવર્તકના કેંદ્રમાં એટલે અંદરની બાજુના મધ્યમાં કાંઈ તેજવાળો પદાર્થ મૂકીએ તો તેનાં કિરણ પરાવર્તક ઉપર પડીને પરાવર્તન પામે છે. અને સમાંતર ગતિથી જાય છે. એ પરાવર્તકની સામે જો પરાવર્તક મૂક્યું હોય તો પેલાં પરાવર્તન પામેલાં કિરણ એના ઉપર પડે છે. એથી કરીને નીચે લખેલો ચમત્કાર નજરે પડે છે.

આ. ૩૬ મી.



કાંઈ માણસ અ ઠેકાણે પોતાનું મોં આવે એમ ક પરાવર્તકની આમળ ઉભો રહે, અને બીજો માણસ બ ઠેકાણે પોતાનો કાન આવે એમ હ પરાવર્તકની આમળ ઉભો રહે. પછી અ ઠેકાણાવાળો માણસ મને તેટલું હજવે રહીને બોલશે તે બ ઠેકાણાવાળો માણસ

સાંભળી શકશે. અ ઠંકાણાનો માણસ બોલે તે અવાજની લહેરો પરાવર્તનપર જન્મે ત્યાંથી સમાંતર ગતિએ હ પરાવર્તક ઉપર અ-
ચક્રાય છે. ને ત્યાંથી પાછી વ જગાએ એકડી થાય છે, તેથી ત્યાં જેનો
કાન હોય તેનાથી સંભળાય છે. અ ઠંકાણે નાનું ઘડિઆળ મૂકીને
વ ઠંકાણે સાંભળીએ તો પચાશ કે સો ફૂટ દૂર હોય તોપણ એનો
ટીકૂ ટીકૂ થતો અવાજ બરોબર સંભળાય છે. વ જગાથી લગીરે
પણ આવા પાછા જમએ તો સંભળાય નહિ.

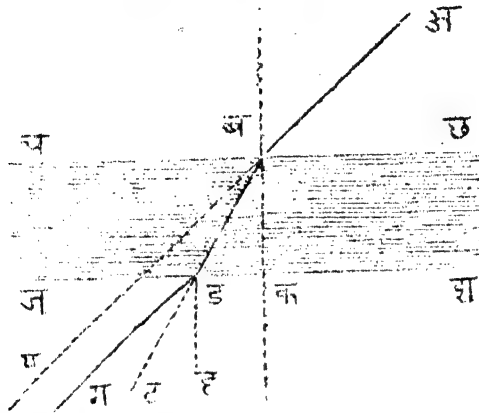
વળી અ ઠંકાણે દીવો મૂકવો. અને વ ઠંકાણે કાગળ ધરવો
અથવા થોડો ધૂપ લાવીને ધૂમાડો કરવો. તો વ અગાડી બીજો
દિવો હોય એમ દેખાશે.

અ ઠંકાણે તપીને લાલચોળ થયેશે. ગોળા મૂકીએ અને વ
ઠંકાણે થોડો બદ્ધકનો દાર મૂકીએ તો તે તરતજ સળગશે. અથવા
તમારો હાથ ધરશે તો તમે દાઝશો.

જો પરાવર્તક ખુબ મોટાં હોય, અને અ ઠંકાણે ઘણો તાપ
કર્યો હોય તો વ ઠંકાણે ખીચડી ધરાધરી રંધાય !

કિરણોનું વક્રીભવન:—જ્યારે પારદર્શક પદાર્થ ઉપર પ્ર-
કાશનાં કિરણ પડે છે ત્યારે તે તેની આરપાર જાય છે. પદાર્થની અંદર
થઈને જતાં કિરણો પોતે જે દિશામાંથી આવ્યાં તેની તે દિશામાં
જતાં નથી. પણ મરડાઈને ત્રાંસાં જાય છે. વળી જ્યારે પદાર્થની
બહાર નીકળે છે ત્યારે પદાર્થની અંદર જે લીટીમાં આવ્યાં હોય તે-
નાથી પણ ત્રાંસાં થઈ જાય છે. નીચેની આકૃતિમાં જો-
વાથી સમજશે.

આકૃતિ ૩૭ મી.



ચ છ જ ક્ષ એક જડો કાચનો કડકો છે અને તેના ઉપર અ વ દિશામાં પ્રકાશનું એક કિરણ પડે છે. આ કિરણ કાચની અંદર વ મ લીટીમાં જતું નથી, પણ મરડાઈને ત્રાંસું થાય છે. અને વ હ લીટીમાં જાય છે, વળી તેજ પ્રમાણે જ્યારે એ કિરણ કાચમાંથી બહાર નીકળે છે ત્યારે હ ટ લીટીમાં જતું નથી પણ વળી મરડાઈને ત્રાંસું થાય છે. એ કિરણ પહેલાં વ ક લાંબની તરફ જેટલું વાંકું થયું હતું તેટલુંજ નીકળતી વખતે હ હ લાંબની દર મરડાય છે. તેથી પદાર્થમાં પેદા પહેલાંની અ મ દિશાને સમાંતર હ ગ દિશામાં જાય છે. આ ઉપરથી તમને એ પણ સમજાયું હશે કે પ્રસાદિ પદાર્થમાંથી ધન પદાર્થમાં જતાં કિરણ મરડાઈને લાંબની તરફ જાય છે. અને ધનમાંથી પ્રસાદિ પદાર્થમાં જતાં મરડાઈને લાંબની દર જાય છે.

એકાદા પાણીના હોજરમાં તમારી લાકડી સીધી બોળશે. તે પાણીની અંદર લાકડીનો જે ભાગ ખૂડેલો હશે તે બરાબર સીધો

દેખાશે. પરંતુ જો લાકડીને વાંકી કરશે તો પાણીની અંદરનો ભાગ વધારે વાંકો થયેલો દેખાશે. તમને એમ જણાશે કે તમારી લાકડી ભાગી ગઈ છે !

પાણી બરેલા પ્યાલામાં જો એઆની નાંખીને અંદર નેશો તો તે તમને ઘણી મોટી દેખાશે. ઉપરના પ્રયોગમાં લાકડીનો પાણીની અંદરનો ભાગ બહારના ભાગ કરતાં વધારે જડો દેખાશે !

આ. ૩૮ મી.



• ત્રણપાસાવાળો ત્રિલોર:—ચિત્રોની પ્રચના ઝુંબર તો તમે નેચીં હશે. એ ઝુંબરની નીચે ચિત્રોરનાં ત્રણ પાસાળાં લોલક ટાંગેલાં હોયછે, તેપણુ તમને જાણર લશે. જુઓ, મારી પાસે એવું એક લો

આકૃતિ ૩૯ મી.

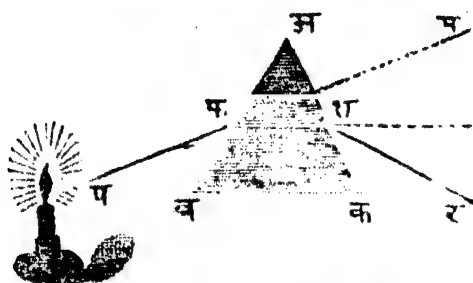


લક છે. જુઓ, એને જો આપણું છેડાની તરફથી નેહએ છીએ

તો પાસેની આકૃતિ પ્રમાણે અને બાળુ વરફથી જોધએ છીએ તો આ પ્રમાણે દેખાય છે.—

હવે અ બ ક બિલોર ઉપર પ્રકાશનું પ ફ કિરણ પડે છે

આકૃતિ ૪૦ મો.



એમ ધારો આ કિરણ સીધું જઈને મ અગાડી પડતું નથી પણ ફ અગાડીથી તે લંબની તરફ મરડાય છે. અને ક અગાડી બહાર નીકળે છે. ત્યાં અગાડી તે પાછું મરડાઈ ને લંબથી દૂર જાય છે. અને ર ઠેકાણે પડે છે. આ ઉપરથી તમને જણાયું હશે કે ત્રિકોણ બિલોરમાંથી નીકળતાં કિરણ બિલોરના જડા ભાગ તરફ જ વળે છે.

જો કોઈ માણસ અ ઠેકાણે ઉભો રહીને પ દીવો જોતો હોય અને તેવામાં અ બ ક ત્રિકોણ વચ્ચે આવી પડે તો તેનાથી પ દીવો દેખાશે નહિ. જ્યારે એ માણસ પોતાની આંખ ર જગા ઉપર લાવશે ત્યારે જ પાછો દીવો જોઈ શકશે અને અગાડીથી એને દિવો ર જ દિશામાં હોય એવો દેખાશે મતલબ કે દીવો છે તે ઠરતાં હંચી જમાએ હોય નહિ એવો દેખાશે.

રજાઝિયામાં આવતા કિરણ માંહેના રંગ:— પ ઠેકાણા ના દિવાનું કિરણ ત્રણ પાસાવાળા બિલોરમાં યઈને જતાં મરડાઈ-

ને રંગમાં આવે છે એટલું જ નહિ, પણ ત્યાં એકલું અજવાળું પડવાને બદલે તેમાં રાતા, પીળા, રંગ દેખાય છે. એકાદ અંધારી ઓરડીમાં રત્નળીયાંમાંથી સૂરજનું કિરણ આવતું હોય તેની વચમાં ત્રણ પાસાળો બિલોર ધરીશું તો કિરણ વાંકાં થઈને એની અંદરના રંગ છુટા પડે છે, અને સામી બીંત પર જૂદા જૂદા સાત રંગના પટ્ટા પડે છે. આ પટ્ટામાં પહેલો રાતો, પછી નારંગીઓ, પછી પીળા, લીલો, આરમાની, જાંબુડીયો, અને બાજોળાંઓ એમ અનુક્રમે જૂદા જૂદા સાત રંગ જણાય છે.

આ ઉપરથી સાફ જણાશે કે સૂરજના કિરણના ધોળા રંગમાં જૂદી જૂદી જાતના સાત રંગનાં કિરણ હોય છે. આ બધાં કિરણનું વક્રીભવન સરખું થતું નથી, તેથીજ કોઈ રંગની પટ્ટી નાની ને કોઈની મોટી દેખાય છે. રાતા રંગનું કિરણ સૌથી ઓછું મરડાય છે, અને બાજા જાંબુઆનું સૌથી વધારે મરડાય છે.

ઈંદ્ર ધનુષ્ય:—આકાશમાં કોઈ કોઈ વેળા ઈંદ્રધનુષ્ય થાય છે, તે આવી રીતે અજવાળાના કિરણનું પ્રયકરણ થવાથીજ થાય છે.

આપણા લોકો એને મચ્છ તાણ્યો છે એમ કહે છે: કેટલાક એને મેઘ ધનુષ્ય પણ કહે છે. વરસાદ વરસતો હોય અને સૂરજની આડે કાંઈ વાદળું વગેરે હોય નહિ ત્યારે એમ દેખાય છે.

આકાશમાં ઈંદ્ર ધનુષ્ય થવાને તો વરસાદ જોઈએ અને વરસાદ કાંઈ આપણી નજી પ્રમણે ગમે ત્યારે વરસતો નથી. પરંતુ જો તમારે દિવસે ઈંદ્ર ધનુષ્ય જોવું હોય તો નીચે લખ્યા પ્રમાણે કરવું.

દૂરજનાં કિરણોનું પ્રયક્ષરણ:—જેમાંથી ઝીણી ઝીણી દૂર-દૂરની પેઠે પાણી ઉડતું હોય તેવા કુવારાની સામે સૂરજ સામે પુક કરીને ઉભા રહેવું. એટલે ઝીણી દૂરદૂરમાંથી જતાં કિરણોનું પ્રયક્ષરણ થશે. અને ઇંદ્ર ધનુષ જેવું દેખાશે. આવો કુવારો ન હોય તો મોંમાં પાણી ભરીને કાંતનારી ડોશીઓ આંટી પુકારે છે તેમ હવામાં પાણી ઉડાડવું, અથવા તમારા કાંધ મિત્રને કહેવું કે તે બીનું ઘાતીયું ખૂંચ નેરથી ઝાપટીને ખંખેરે. આમ કરવાથી જે દૂરાં નીકળશે તેમાંથી આવતાં કિરણોનું પ્રયક્ષરણ થશે અને ઇંદ્રધનુષ્ય જેવું દેખાશે. આ પ્રયોગ કરી જોવા જોવા છે માટે તમારે સઘળાએ કરી જોવા.

લેન્સ (કાચ):—કારિગર લોકો અનેક પ્રકારના કાચ બનાવે છે તેમાંથી એક બેવડા બાહ્યગોળ કાચનું હું અહીં વર્ણન કરું છું.

આવી જાતનો કાચ કૂંડેલી પૂરી જેવો હોય છે તેની બંને બાજુઓ ગોળની બહારની બાજુઓ જેવી ઉપસેલી હોય છે. માટે તેને બાહ્યગોળ કાચ કહે છે. એ કાચને જો તમે સામેથી જોશો તો આ. ૪૧ ના જેવો ગોળ, અને કારણ અગાડીયાં જોશો તો જે બાજુ ઉપસેલી માલમ પડશે. આવા કાચને ઇંગ્રેજીમાં લેન્સ કહે છે. આ

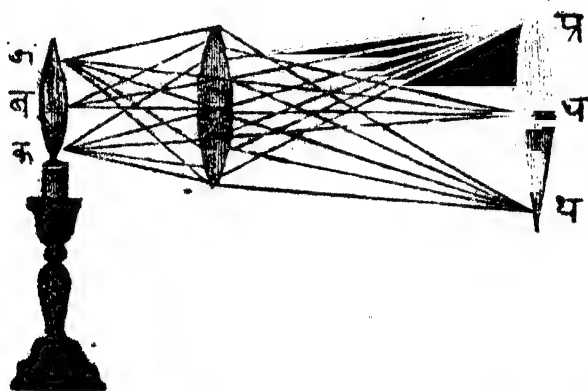
આકૃતિ ૪૧ મો.



કાચ ઉપર સૂર્યનાં સમાંતર કિરણ આવે એટલે બહાર નીકળતાં નીકળતાં ચોતરફથી તે બધાં મરડાઈને કાચના બડા ભાગ તરફ વળે છે, અને કાચની બહાર થોડે દૂર એકઠાં થાય છે. જ્યાં અગાડી આ પ્રમાણે બધાં કિરણ એકઠાં થાય છે તે જગાને મુખ્ય કેંદ્ર અથવા ધ્રુવ કેંદ્ર એવું નામ આપીએ. જો આ કિરણો પાસેના કોઈ પદાર્થ ઉપરથી આવતાં હોય તો તે સિધાં ન આવતાં ત્રાંસાં પડે છે. અને સૂરજના કિરણની માફકજ તેનું પણ વક્રીભવન થાય છે. આ કિરણો મુખ્યકેંદ્રની પેલી મેર એકઠાં થાય છે. સૂરજનાં કિરણોનું વક્રીભવન થઈને એકઠાં થાય છે તે જગાએ જે પ્રમાણે તેજનું ચક્રચક્રતું ટપકું પડે છે તે પ્રમાણે આ કિરણો જ્યાં વક્રીભવન થઈને એકઠાં થાય છે, ત્યાં અગાડી જ્યાંથી એ કિરણો ફેંકાયાં હોય તે બિંદુનું ચિત્ર પડી રહે છે. આ જગાએ ચિત્ર પડે છે માટે એને ચિત્રકેંદ્ર કહે છે, અને જે બિંદુ અગાડીથી પદાર્થ ઉપરથી કિરણો કાચપર ફેંકાય છે તેને પદાર્થકેંદ્ર કહે છે. આ પ્રમાણે પદાર્થનાં કિરણ ફેંકાવાને બિંદુને અને તે બિંદુનું ચિત્ર જ્યાં પડે છે તે બિંદુને એ બંનેને કેંદ્ર એવું નામ આપ્યું છે. આ બંને કેંદ્ર અને બાહ્યગોળ કાચનું મધ્ય હમેશાં એક સીધી લીટીમાં જ હોય છે.

ઉપર જે બાબત કહી તે નીચેની આકૃતિ ઉપરથી બરાબર સમજાશે.

આકૃતિ ૪૨ મો.



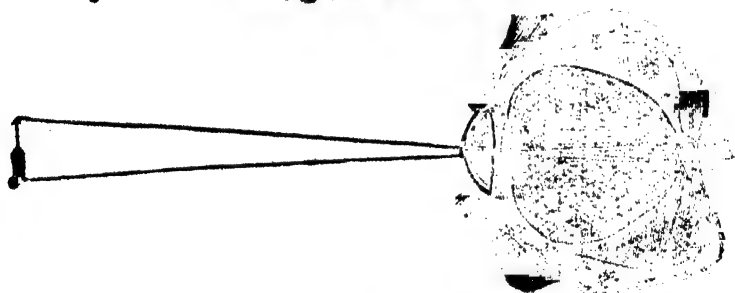
અહીંયાં મેં દીવો અને આ ઘોળો પડદો એ બેની વચ્ચેમાં બાલ્ય ગોળ કાચ ધર્યો છે; અને તેથી પડદા ઉપર દીવનું ઉચું ચિત્ર પડ્યું છે, તે જુઓ. એ ચિત્ર કેમ પડ્યું તે હું તમને સમજાવું. દીવાની આખીજેત તેજવાળી હોવાથી એના દરેક ભાગ ઉપરથી કિરણો ફેંકાય છે. એ બધાંને માટે હમણાં વિચાર કરતાં ગુચવણ થઈ પડશે માટે હાલ તરત માત્ર અ, બ, અને ક એ ત્રણ બિંદુથી જતાં પ્રકાશનાં કિરણોને માટે વિચાર કરીએ. પહેલાં અ બિંદુથી ફેંકાતાં કિરણોને માટે વિચાર કરીએ. સાંથી ફેંકાતાં કિરણો બાલ્ય ગોળ કાચ ઉપર પડીને વક્રીભવન પામે છે. અને જોતની ટોચ, અને કાચના મધ્યની સીધી લીટીમાંજ થઈ અગાડી એકઠાં થાય છે. તેજ પ્રમાણે બ અગાડીનાં કિરણો ધ અગાડી, અને ક અગાડીનાં કિરણો મ અગાડી એકઠાં થાય છે. આ પ્રમાણે અ બ ક માં અ અગાડીનાં કિરણો નીચે, ને ક અગાડીનાં ઉપર એમ એકઠાં થવાથી

ચિત્રકેન્દ્ર અગાડી તેનું ઉપર ચિત્ર પડે છે.

દિવો અને કાચની વચ્ચે જોડાણ છેડું છે તેના કરતાં અરી
અથવા ત્રણ મણે દૂર ચિત્ર પડ્યું માટે મૂળ દિવા કરતાં ચિત્ર અ-
રી ત્રણ મણું મોટું છે.

આ પ્રમાણે ગમે તે પદાર્થનું ચિત્ર પડે છે. બારી આગળ ઉ-
ભા રહીને એક હાથમાં બાજુગોળ કાચ લઇએ, ને બીજા હાથમાં
સાફ ધોળો કાચ લઇએ અને કાચને એની અગાડી ધરીને આધો
પાછો ફેરવીએ તો કાગળ ઉપર બહારના દેખાવનું આબેહુમ ચિત્ર
પડી રહેશે. ફેર માત્ર એટલોજ કે ચિત્ર ઉલટું હશે. નીચલી બાજુ
ઉપર અને ઉપલી બાજુ નીચે, ડાબી બાજુ તે જમણી અને જ-
મણી તે ડાબી હશે.

આકૃતિ ૪૩ મી.



આપણે કેવી રીતે જોઈ શકીએ છીએ:—આપણી આં-
ખના ડોળા ઉપર બે આંખો જેવડો કાળો ને લગીર ઉપસેલો ભાગ
હોય છે. એની અંદર ઉપર કહેલા બાજુગોળ કાચના આકાર જેવીજ
જગ્યા હોય છે. એ જગ્યામાં ધન અને પારદર્શક એવો એક જાતનો
રસ હોય છે, એ રસથી બાજુગોળ કાચના જેવીજ અસર થાય છે.

અનવાળાનાં કિરણ ગમે તે પદાર્થ ઉપર થઇને આપણી આંખમાં આવે છે અને ત્યાં કાળી કીકીની વચ્ચોવચ્ચ ને કાણું હોય છે તેમાં જાય છે અને જતાં જતાં તેમનું વક્રીભવન થાય છે. કીકીની પછવાડી જોવાનાં જ્ઞાન તંતુની ને જાળ હોય છે તેના ઉપર એ કિરણોનું ચિત્રકેન્દ્ર પડે છે. અને તેથી ત્યાં ને પદાર્થ ઉપરથી કિરણો આવ્યાં હોય તેનું આભેદુજ ચિત્ર પડે છે. આથી આપણે દેખીએ છીએ. હવે એ જ્ઞાન તંતુ ઉપરનું પદાર્થનું ચિત્ર પેલી બીજી અગર યડદા ઉપર ચિત્ર પડ્યું હતું તેના જેવુંજ ઉંધું હોય છે. તે છતાં આપણે બધા પદાર્થ ઉંધા કેમ દેખતા નથી ?

નાનપણમાંથી પડી ગયેલી ટેવને લીધે આપણે એમ ઉંધું નહિ પણ સીધું દેખી શકીએ છીએ.

વાહ્યગોલ કાચથી દેવતા સઝગે છે:—મોટક અને ચોખ્ખા બાહ્યગોળ કાચને આપણે આગીઓ કાચ કહીએ છીએ. આગીઓ કહેવાનું કારણ એ કે જો આપણે એ કાચને સૂરજનાં કિરણમાં ધરીએ અને આંધો પાછો કરીએ તો તેથી જમીન ઉપર સૂરજના જેવું ચક્રચક્રિત નાનું ટપકું જણાય છે; અને ત્યાં અગાડી ને પદાર્થ હોય તેને બાળી નાંખે છે. સૂરજ જેવું નાનું ચિત્ર પડે છે તેથી કેટલાક તે કાચને રવિકાંત પણ કહે છે. એ ટપકામાં જો તમે બંદુકનો દાડ મૂકો તો તે તરત સળગી ઉડશે. તેમજ કાચનો કે ચીંથરું ધરશે તો તે સળગીને તેમાંથી ધુમાડો નીકળશે.

આ ઉપરથી એક વાત શીખવાની છે, તે એકે પ્રકાશનાં કિરણ ભેગાં ગરમીનાં કિરણો પણ આવે છે. ને તેમનું પણ વક્રીભવન થઇને એક કેન્દ્રમાં એકઠાં થાય છે. આમ થવાથીજ ત્યાં

મરમી વધારે થાય છે.

આ જગાએ એક વાત યાદ રાખવા જેવી છે, તે એકે ઉપ-
રના પ્રયોગમાં કાચને લીધે પ્રકાશ અને ગરમીનાં કિરણ તેજવાળા
ટપકામાં કાગળ, બંદુકનો દારૂ કે ખીજે કાષ્ટ પદાર્થ ધરીએ નહિ
ત્યાં સુધી નરી આંખે આપણે તે જાણી શકતા નથી.

કિરણ:—સૂરજની તરફથી આવનારાં કિરણોમાં પ્રકાશ
અને ઉષ્ણતા બંને હોય છે એટલુંજ નહિ પણ તેમાં રસાયણિક
સંયોગ ધ્વજાદિ કરવાની શક્તિ પણ હોય છે. એ શક્તિ કેવી તે
હું તમને બતાવું છું.

નૈટ્રોસિલ્વર નામનો રૂપાનો એક ક્ષાર હોય છે. તે થોડો
ઘસેને તેને વરસાદના અથવા વરાળના પાણીમાં પીગાળવો. એ
પાણી કોરા કાગળની એક બાજુએ ચોપડીને તેને સૂકવવો. આ
બધું અધારામાં અથવા દીવાના અજાળા અગાડી કરવું. સૂરજનું
અજવાળું આવવા દેવું નહિ. પછીથી આ કાગળ ઉપર એક પાંદડું
ચોડવું અને એ બંધાને પછી સૂરજના તડકામાં મૂકવાં. સૂરજનાં કિ-
રણ એનાપર પડ્યાં કે તુરત રસાયણિક ક્રિયા થવા માંડશે. બધો
કાગળ કાળો થઈ જાય એટલે એને અધારામાં લાવીને પેલું પાંદડું
ઉખાડવું. પાંદડાની આબેહુમ પણ ઉલટી જમી કાગળપર પડી રહે-
લી તમને જણાશે. આ પ્રયોગમાં સૂરજનાં જે કિરણો પાંદડા ઉપર
આવે છે તે પાંદડામાં બધી જગાએ સરખી રીતે જઈ શકતાં ન-
થી. કોઈ જગાએ એ જાં ને કોઈ જગાએ વધારે એમ જાય છે.
તેમજ કોઈ જગાએ સમૂળમાં જઈ શકતાં નથી. જ્યાં જ્યાં કિરણો
જઈ શકે છે, ત્યાં ત્યાં તેની નીચેના નૈટ્રોસિલ્વર ઉપર અજવાળા-

ની અસર થઇને તે બાગ કાળો થાય છે. ને બાકીને તદ્દન ધોળો રહે છે. જ્યાં કિરણો થોડાં જઇ શકે ત્યાં કાગળ ઝાંખો થઇ જાય છે. એ પ્રમાણે પાંદડાની બરાબર બમ્બી પડી રહે છે. આ ચિત્ર વાળો કાગળ જો આમને આમ રહેવા દઇએ તો તે થોડીવારમાં કાળો થઇ જાય છે. પણ એને હેપોસલ્ફેટ ઓફ સોડા નામના દ્વારના પાણીમાં કેટલીક વાર ડૂબાવી રાખીએ તો નેટ્રોસિલ્વરની ક્રિયા બંધ પડે છે, અને ચિત્ર ધણા દિવસ ટકે છે.

હાલ મુઆઇ, સુરત, અમદાવાદ વગેરે જગોમાં ધણા માણસો ફોટોગ્રાફી એટલે સૂરજનાં કિરણથી ચિત્રવાની કરવા શીખ્યા છે. ફોટોગ્રાફર ઝાડ, ઇમારત, ડુંગરા, શહેર માણસ છત્યાદિની બમ્બી સહેજવારમાં કાઢે છે. એ બધા સૂરજના કિરણની રસાયણિક ક્રિયા કરવાની શક્તિનાં પ્રતાપ છે. ઉપર કહેલા પાંદડાના ચિત્રવાળા પ્રયોગની પેઠેજ એમાં પણ ચિત્રાય છે.

પ્રકાશનો વેગ:—જેમ એક જગાએથી બીજી જગાએ જતાં અવાજને વખત લાગે છે, તેમ પ્રકાશને પણ વખત લાગે છે. પણ અવાજ એક સેકન્ડમાં સુમારે માત્ર ૧૧૦૦ ફૂટ જાય છે ત્યારે પ્રકાશ એક સેકન્ડમાં ૧૮૨૦૦૦ મૈલ જાય છે! ઉપર અમે જે આંકડા આપ્યા છે તેનાવડે અવાજ કરતાં પ્રકાશની ઝડપ કેટલી વધારે છે તેનો ખ્યાલ બરાબર નહિ આવે. અને જો તમારા સમજવામાં બરાબર આવે નહિ તો આંકડા યાદ રાખ્યાથી શો ફાયદો? ૧૫૮૦ ક્રીટને એક માઇલ થાય છે. અવાજને એક માઇલ જતાં પોણાપાંચ સેકન્ડ લાગે છે અને એક કલાકમાં ૭૨૦ મૈલ ચાલે છે. અવાજ આ દિસામે ૧૦૧૧ દિવસમાં જોડણું ચાલે તેટલું પ્રકાશ એક સેકન્ડમાં

ચાલે છે!! આગની ગાડી દર કલાકે ૬૦ માઇલ ચાલે એના ક્ષત્તા પ્રકાશનો વેગ કરોડો ગણો વધારે છે!!

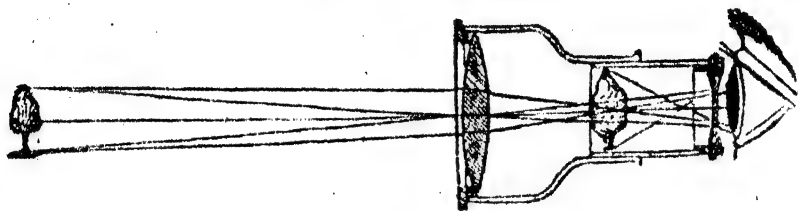
એક સરળ પાસેથી આવતા પ્રકાશને સુમારે આઠ મિનિટન લાગે છે!!

સૂક્ષ્મદર્શકકાચ:—પછવાડી જે જે તરફના વાલગોળ કાચને માટે કહી ગયા તેજ કાચ સૂક્ષ્મદર્શક છે. તેનાથી જે નાનો પદાર્થ જોઇએ તો મોટો દેખાય છે. અને તેના જીણા જીણા ભાગ પણ ઠીક દેખાય છે. પરંતુ જીણી વસ્તુ જોતાં તે વસ્તુ, આ કાચના મુખ્યકેન્દ્રની અંદરની બાજુપર અને તેનું ચિત્ર ૧૦ અથવા ૧૨ ઇંચ પેલી તરફ પડે એમ મૂકવી જોઇએ. દૂરની ચીજ એવી હોય તો આ કાચ કામમાં આવે નહિ.

દૂરવીન:—આ ચંત્રવડે દૂરનો પદાર્થ દેખાય એ માટે એમાં આંખ અગાડી એક અને પદાર્થ તરફ ખીજો એમ જે કાચ રાખવા પડે છે. પદાર્થની પાસેના કાચવડે માત્ર તે પદાર્થનું પ્રતિબિંબ પડે છે. આ પ્રતિબિંબને આંખની પાસેના કાચવડે તેના મુખ્ય કેન્દ્રની અંદર આવે એટલા છોટાથી સૂક્ષ્મદર્શક પ્રમાણે મોટું બનાવીને જોવું જોઇએ. પદાર્થની તરફનો કાચ પીતળની મોટી નળીને એક છેડે જડી દીધેલો હોય છે. આ નળીમાં આધી પાછી યઇ સફેદ અવી ખીજી નળી બેસારી હોય છે. આ નાની નળીના બહારના છેડા ઉપર જોવાનો કાચ બેસાર્યો હોય છે. આ બે નળી પદાર્થ સામી રાખીને નાની નળી આધી પાછી કરવાથી પદાર્થ બરોબર સાફ દેખાય એમ કરાય છે. આ બે નળી વાળા ચંત્રને દૂરથીન કહે છે દૂરથીનથી

દૂરના પદાર્થ સાફ અને મોટા દેખાય છે આ નળીઓમાં અંદરની બાજુએ કાળોરંગ ચોપરો હોય છે કે બદારનાં બીજાં અજવાળાનાં કિરણ અંદર આવીને બરોબર દેખાતાં અડચણ કરે નહિ.

આકૃતિ ૪૪ મી.



કર્તૃત્વશક્તિ:—આ વિષય પૂરો કર્યા પહેલાં વળી આપણે કર્તૃત્વ શક્તિ સંબંધી વિચાર કરીએ. જે રજકણોનો પદાર્થ અને સોછે તે રજકણો ધન રૂપમાં બહુ પાસે પાસે હોય, અથવા વાયુરૂપે છેડે છેડે હોય તોપણ તે છતમાં હોય છે. તેનો કદી નાશ થતો નથી. એ પ્રમાણેજ પદાર્થનાં રજકણોમાં જે કામ કરવાની શક્તિ રહી હોય છે તેનો પણ કદી નાશ થતો નથી. તેનું રૂપાંતર થાય છે પણ રૂપાંતર થતને જે રૂપ ધારણ કરે છે તે રૂપમાં પણ તેની કામ કરવાની શક્તિ હોય છે. તેનો નાશ થતો નથી. ઘંટ ઉપર ટકોરો વાગે એટલે ઘંટની જીમની ગતિ અટકી એ વાત ખરી. આ ગતિનું રૂપાંતર થયું અને તે ઘંટમાં કપરૂપે દેખાયું. આ કપે વળી વાતાવરણમાં સહેરો ઉત્પન્ન કરી અંત આપણા કાનમાં આવનાર સંબળાયેલ ઘંટને ધણીવાર વગાડીએ તો જીમની ગતિનું રૂપાંતર થતને ઘંટમાં ગરમી

પેદા કરેછે અને ધટ કનો ઉનો થઈ જાયછે. ગરમી પાછી ગતિના રૂપમાં આવતી નથી એમ નથી. ગરમી વડેજ પાણીની વરાળ થઈને તેનાથી વરાળ યંત્રમાં દદાને ગતિ મળે છે. અને તેનાથી આગગાડી ચાલે છે, એ તો બધાંને ખબર છે. હવે એજ ગાડીને જોઈશી રાખવી હોય છે ત્યારે એ વરાળને દદા વાળી નળીમાં ન જવા દેતાં હવામાં જવા દે છે ત્યાં કાંઈ એનો નાશ થતો નથી તે ગુપ્તરૂપે રહેછે. અને વરસાદ રૂપમાં પાછી પડીને નદી, નાળાં વગેરે રૂપમાં વહે છે; અને સોટ દળવાની પાણીચક્કી, પાડીયાં વહેરવાનું યંત્ર, ઇત્યાદિ ફરવે છે. હવે અહીં આગગાડીમાં નળીમાંના દદાને વરાળ ધકેલતી બંધ પડી એટલે ગાડી ચાલતી બંધ પડતી નથી. તેને હળી રાખવાને પૈડાંને જકડીને દબાવી રાખવાં જોઈએ. પૈડાંને ફરતાં અટકાવવાને તેનાપર સોઢાના પદાર્થ રાખેલા હોય તે જોઈ શકી દબાવવા પડે છે. પરંતુ આ પ્રમાણે દબાવતાં તે ધણુ તપી જાય છે અને તેમાંથી દેવતાના તણખા નીકળે છે. કરેવાની મતલબ એ કે ગરમીમાંથી ગતિ ઉત્પન્ન થઈ અને તેજ ગતિ બંધ ચતાં તેમાંથી પાછી ગરમી ઉત્પન્ન થઈ! આ પ્રમાણે ઇતુત્વશક્તિ એક રૂપમાંથી બીજા રૂપમાં જાય છે. પરંતુ તે ગમે તે રૂપમાં હોય તો તેનો નાશ થતો નથી. ગરમીનું બળ કેટલું છે તે વરાળયંત્ર જોવાથી ઠીક માલમ પડે છે.

વિદ્યુત્પદાર્થ:—

વિદ્યુત્ અથવા વિજલો:—વિદ્યુત્ અથવા વીજળીએ શું છે તે હજી જણાયું નથી. વિદ્વાન સોડા અને માટે જૂદી જૂદી

કદબના કરે છે. વિજળીથી અનેક પ્રકારના ચમત્કાર થાય છે તે આપણે જાણીએ છીએ. તેમાંના કેટલાક હું તમને સમજાવું છું.

એક કાચની નળી લઈ તેને રેશમના સાથે સારી પેઠે ધરીને તેની આગળ પીંછું, રૂ, કે કાગળનો કડકા ધરીશું તો તે તેની તરફ ખેંચાશે. ધસવાથી કાચની નળીમાં જે આ ગુણ આવ્યો તેને વીજળી કહે છે. પણ આ શક્તિ ધસેલા ભાગમાંજ આવે છે. નળીનો બીજો ભાગ હલકી વસ્તુઓને પોતાની તરફ ખેંચતો નથી. કાચને બદલે ધાતુની નળી લઇને તેને કાચનો હાથો બેસાડવો, અને પછી ઉપર પ્રમાણે ધસીશું તો આખી નળીમાં હલકા પદાર્થને પોતાની તરફ ખેંચવાનો ગુણ આવશે.

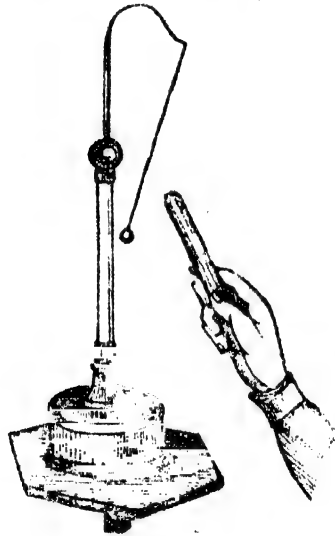
વિદ્યુદ્વાહક અને વિદ્યુત્રોધક:—કાચમાં આવેલી વીજળી તેને તે ઠેકાણે રહી અને ધાતુમાં આવેલી વીજળી બધે ફેલાઈ ગઈ. માટે કાચને વિદ્યુત્વરોધક (વીજળીને રોકનાર) અને ધાતુને વિદ્યુદ્વાહક (વીજળીને ફેલાવનાર) એમ કહે છે. કાચ, રબર, ભેજ વગરની હવા, રેશમ, મીણ, લાખ, ગંધક, ઊન, પીંછાં, કાગળ, કપૂર, ચાક, ચુના ને તેલ ઇત્યાદિ પદાર્થ વીજળીના રોધક છે, એમાંના કેટલાક વીજળીના અવશવાહક છે. એટલે એમાંથી વીજળી થોડી જઈ શકે છે. સઘળી જાતની ધાતુઓ, કાચસો, પ્રાણીઓનાં શરીર, પાણી, ખરફ, લીલી વનસ્પતિ, અને ભીનાશવાળી જમીન ઇત્યાદિ પદાર્થ વિદ્યુદ્વાહક છે.

વીજળીના બે પ્રકાર:—ઉપર કહ્યા પ્રમાણે પદાર્થને જ્યારે એક બીજાની જોડે ધસીએ છીએ ત્યારે તે દરેકમાં જૂદી જૂદી જાતની વીજળી પેદાં થાય છે. એ બે જૂદી જૂદી જાતની વીજળીને

જૂદાં-જૂદાં નામ આપેલાં છે. એક જાતની વીજળીને “પોઝીટીવ”* અને બીજી જાતનીને “નેગેટીવ” કહે છે.

કાચના દાંડાવાળું આ એક યંત્ર છે તે જુઓ ! એને છેડે એક તારનો આંકડો છે, અને એને રેશમની દેરી વતી બરતા વચસા ગરબનો કડકો ટાંગ્યો હોય છે. હવે રેશમી નળી હું એ બર

આકૃતિ ૪૫ મી.



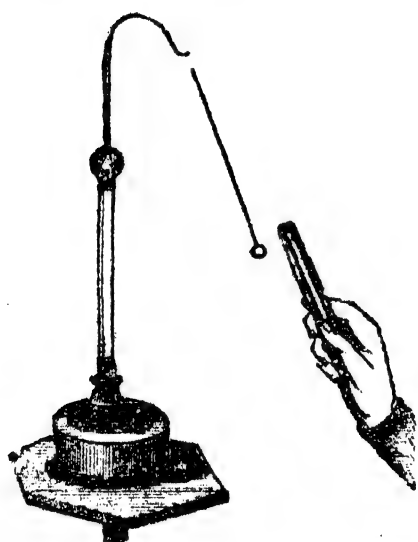
આગળ ધરું છું તો તે એની તરફ ખેંચાઈ આવીને એને ચાડે છે. યોડીવાર એમ રહીને પછી પાછું ખસી જાય છે. હવે હું એને બર

* મરાઠીમાં પોઝીટીવ અને નેગેટીવ એ નામને બદલે ધન અને ઋણ એવા પારિભાષિક શબ્દો નવા કદપેશા છે.

ગુજરાતીમાં “વીજળી” નામની ચોપડી લખનારે “ભાવરૂપી” અને “અભાવરૂપી” એવા શબ્દ કલ્પ્યા છે.

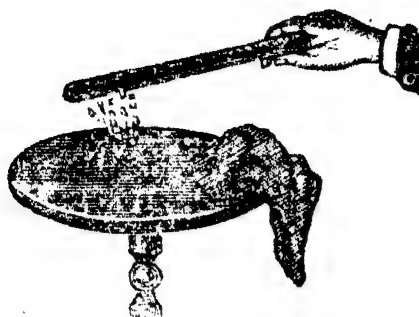
આમળ લઈ જઈશું તો બર આપું જતું રહે છે ! હવે એક લાખની ખનાવેલી લાકડી લઈને તેને ફલાલોનના લૂગડા વતી ધસું છું અને એ લાકડી બર ચગાડી લઈ જઈશું. જોયું? કેતું દોડીને લાકડીને બાજે છે ? જુઓ, થોડી વાર બાજી રહીને પાછો દુર ખસી ગયો ! હવે પાછી લાખની લાકડા એની આમળ લઈ જઈશું અને, આ તો એની જોડે પણ ચીસાઈ ! હવે તો આ લાકડીથી દુર નાસે છે !

આકૃતિ ૪૬ મી.



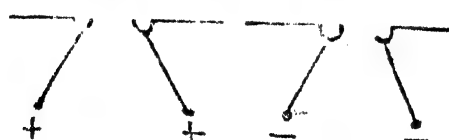
આ ઉપરથી તમે જોયું કે મમે તે લાકડીને બરના ઠડકાને ચડકાડીએ છીએ ત્યારે લાકડીયાંથી વીજળી બરમાં જાય છે, અને તેથી બે પદાર્થની અંદરની વીજળી એક બીજીને દુર ધકેલે છે. પણ તે કલથીડીથી બર દુર જાય છે.

આકૃતિ ૪૭ મી.



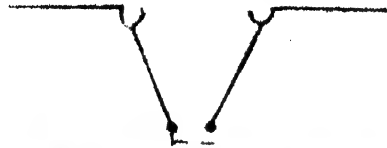
જુદી જુદી જાતનો વીજઝી ાઢા પદાર્થો ઁક વીજા તરફ આકર્ષાય છે અને ઁકજ જાતનો વીજઝીાઢા પદાર્થો ઁક વીજાથી દૂર જાય છેઃ—વળી ઁક બીજો પ્રયોગ કરીને તમને બીજી ઁક અગત્યની બાબત સમજાવું છું. આ બુઝો, કાયના યંબલાયાળા યંત્ર ઉપર રેશમની દારી વડે બંધની ૬ ગોળીઓ લટકાવેલી છે. પહેલી બે ગોળીઓને

આકૃતિ ૪૮ મી.



રેશમથી ઘસેલી કાયની લાકડી અડકાડી છે; અને બીજી બેને ફલાલી નથી ઘસેલી લાખની લાકડી અડકાડી છે. અને ત્રીજી બેમાં ઁકને લાખની, અને ઁકને કાયની લાકડી અડકાડી છે. જે બે ગોળીને કાયનો લાકડી અડકાડી છે તે ગોળીઓ પાસે પાસે લ-

આકૃતિ ૪૯ મી.



ટકાવેલી છે તે છતાં એક બીજાથી દુર ગઇ છે. તેમજ બીજી બે જોને લાખની લાકડી અડાડી છે તે પણ એજ પ્રમાણે એક બીજાથી દુર ગઇ છે. ચોથી ને પાંચમી બંને ગોળીઓ લાખની લાકડીને અડકેલી છે તેથી તે બે એક બીજાથી દુર જાય છે. પણ બીજી ને ત્રીજી, તેમજ પાંચમી ને છઠી જુદી જુદી જાતની લાકડીને અડકાડેલી છે, તેથી એક બીજાની પાસે ગઇ છે. જોયું, નાત નાતનાં લઢી મરે છે ને બીજી જાતના સંપે રહે છે !

ઉપર ને પ્રયોગ કર્યા તે ઉપરથી ત્રણ વાત આપણે જાણીએ છીએ તે એ કે.

૧. જે ઘસેલા પદાર્થને ગોળી અડે છે તેમાંની વીજળી ગોળીમાં આવે છે.
૨. જો બે ગોળીઓમાં એકજ જાતની વીજળી હોય છે તો તેઓ એક બીજાથી દુર જાય છે.
૩. જો એક ગોળીમાં કાચની લાકડીમાંની વીજળી હોય અને બીજીમાં લાખની લાકડીમાંની વીજળી હોય તો તેઓ એક બીજાની પાસે જાય છે.

ઉપર પ્રમાણે જુદી જુદી અસર થાય છે. તેથી આપણે જાણી શકીએ છીએ. કાચની લાકડીની અને લાખની લાકડીની વીજળી

નૂદી નૂદી છે. કાચને રેશમ જોડે ધરવાથી જે વીજળી થાય છે તેને ઇન્ડ્રિજમાં પોઝીટીવ વીજળી, અને લાખની લાકડી ને ફલાક્ષી નપર ધસવાથી જે વીજળી થાય છે તેને નેગેટીવ વીજળી કહે છે. નૂદી નૂદી જાતની વીજળીનો તદ્દાવત સમજાય માટે એવાં નૂદાં નૂદાં નામ પાડ્યાં છે. ઉપર જે આકૃતિ આપી છે તેમાં x અને એવાં ચિન્હ-કર્ષાં છે તે “પોઝીટીવ” અને “નેગેટીવ” બતાવવા સાર છે.

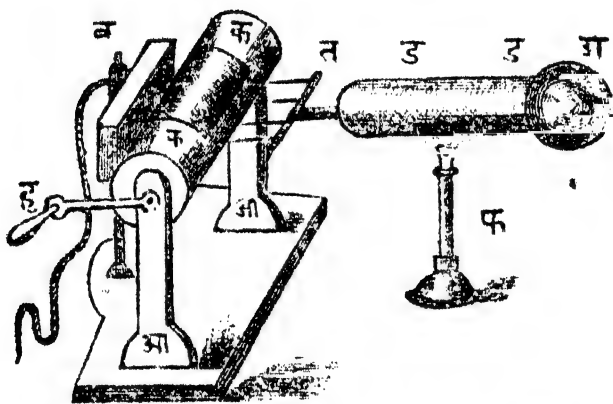
વળી આપણે બરૂની ખે ગોળી લઈને તેને નૂદી નૂદી જાતની લાકડી અડાડીને નૂદી નૂદી જાતની વીજળી ભરીએ. હવે જે ગોળીમાં કાચની લાકડીની વીજળી છે તેની આગળ એજ કાચની લાકડી જે રેશમી રૂમાલમાં ધરી હતી તે રૂમાલ ધરીએ તો તે ગોળી તેની પાસે જશે. આ ઉપરથી રેશમી રૂમાલમાં નેગેટીવ વીજળી આવી છે એમ જણાય છે. એજ પ્રમાણે લાખની લાકડીને અડાડેલી ગોળીની આગળ ફલાક્ષીન ધરીશું તો તે પણ તેની તરફ ખેંચાશે. આ ઉપરથી ફલાક્ષીનમાં પોઝીટીવ વીજળી આવી એમ જણાયું.

આ પ્રયોગ ઉપરથી એમ સિદ્ધ થયું કે પદાર્થને જ્યારે એક બીજાની જોડે ધસીએ છીએ ત્યારે તેમનામાં નૂદી નૂદી જાતની વીજળી પેદા થાય છે.

વિજ્ઞાતી પેદાકરનારું યંત્ર:—રેશમ ઉપર કાચની અથવા ફલાક્ષીન ઉપર લાખની લાકડી ધસવાથી જે વીજળી ઉત્પન્ન થાય છે તેથી થોડી હોય છે. વીજળીથી જે જે કામ થાય છે તે કરી જોવાને પ્રયોગ કરવા હોય તો એટલી થોડી વીજળીએ કાંઈ નહો

નહિ. એને માટે વીજળી પેદા કરવાનું એક યંત્ર આવે છે, એ યંત્ર વડે જોઇએ તેટલી વીજળી પેદા કરી શકાય છે. વીજળીનાં યંત્ર ઘણી જાતનાં હોય છે. પરંતુ હું આપણા દેશના કારીગરથી બની શકે એવા યંત્રનું વર્ણન કરું છું. આવી જાતના યંત્રમાં મુખ્ય બે જાતનાં કામ કરવાનાં હોય છે. એક તો વીજળી પેદા કરવી, અને બીજું તેને એકઠી કરી રાખવી. આવા યંત્રના પાંચ બે ભાગ કરેલા હોય છે. એક ભાગમાં વીજળી પેદા થાય છે, અને બીજા ભાગમાં વીજળી એકઠી પાડાય છે.

આકૃતિ ૫૦ મો.



આ યંત્રમાં લાકડાના આ આ ટેકા ઉપર એક કાચની મોટી ઘોળી સ્વચ્છ શી શી જોઠવેલી હોય છે. હ લાથાવડે એ શી શી ફેરવાય છે. આ શીશી પાંચ છ ઇંચ પહોળી, અને દબ અગિઆર ઇંચ લાંબી જોઇએ. વ નામના દાંડાને એક રેશમની ગાદી જડી હોય છે. અને એમાં ઘોડાના વાળ બર્બા હોય છે. એથી આ ગાદી ઉપસેલી રહે છે, અને શીશીને મજબૂત દબાવી રાખે છે. એ ગાદી ઉપર એક મલમ જેવો પદાર્થ ચોપડે છે. આ મલમ એક ભાગ જસત, એક

ભાગ ક્લષ્ઠ, અને એ ભાગ પારાનો બનાવેલો હોય છે. આ ગાદીને ભેદાની અથવા પીતળની સાંકળ બાંધીને જમીનને અડકે એમ લટકતી રાખી છે. ગાદી ઉપરથી ક ક એક રેશમનો કડકો આવીને શીશીને ઢાંકે છે.

હવે બાળુ ઉપરના હ હાથાવડે શીશીને ફેરવવા માંડીએ તો તે ચક્કર ચક્કર ફરે છે. પણ એને ગાદીનું દબાણ થાય છે, તેથી ગાદીની જોડે શીશી ખૂબ ધસાય છે અને તેથી વીજળી પેદા થાય છે. શીશી, લાકડાના થાંભલા, રેશમની ગાદી અને રેશમનું લૂગડું એ બધાં વિદ્યુત્ શોષક પદાર્થ હોવાને લીધે શીશીમાં પેદા થયેલી વીજળી જતી ન રહેતાં તેમાંને તેમાં રહે છે.

વીજળી પેદા કરનાર ભાગનું વર્ણન તમે વાંચ્યું. હવે વીજળી એકઠી કરી રાખનાર ભાગ કેવો હોય છે તે તમને કહું છું.

આકૃતિમાં બતાવેલો ડ ડ ભાગ ધાતુનો બનાવેલો હોય છે અને એ છેડે ગોળ દડા જેવું હોય છે. એક બાળુને છેડે ભેદાની સોયો જેવી અણી કહેલો ભાગ લાગુ કર્યો હોય છે. આકૃતિમાં તે ત ઠેકાણું બતાવ્યું છે. બીજે છેડે જે ગોળ હોય છે તે આકૃતિમાં અ અ ગાડી ચીતર્યો છે. ધાતુની આ નળીને ફ નામના કાચના થાંભલા ઉપર ચોડેલી હોય છે. કાચ વિદ્યુત્ શોષક હોવાને લીધે નળીમાં જ જમા થતી વીજળી બીજે કાંઈ જઈ શકતી નથી.

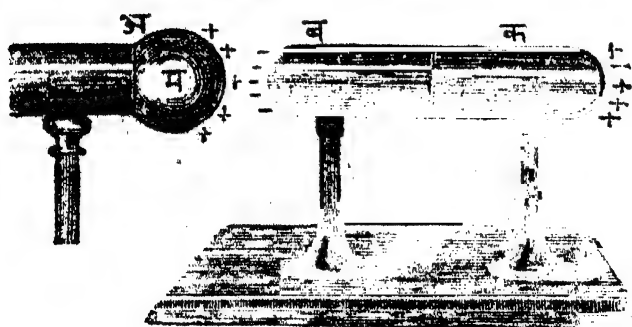
હાથાવતી જેવી શીશી ફેરવે તેવી તેમાં વીજળી ઉત્પન્ન થાય છે, અને બીજે કાંઈ ઠેકાણે જવાનો રસ્તો નથી હોતો અને ભેદાની સોયો પાસે હોય છે. તેથી તેમાં જતી રહે છે. ધાતુ મૂળે વિદ્યુત્ શોષક હોવાને વળી સોય જેવી અણીયો હોવાથી તે વિજળીને પોતાની તરફ ખેંચે છે.

વીજળીનો ચમકારો:—વીજળીનું યંત્ર ચાર પાંચવાર ફેરવ્યા પછી **અ** ગોળા અગાડી ને આપણી આંગળી લઇ જઇએ તો તે ગોળામાંથી તણુઓ નીકળીને આપણી આંગળીમાં જતો દેખાય છે. તણુઓ દેખાય ને તુરત તડતડ એવો ધીરે રહીને અવાજ થાય છે. અને આંગળીમાં કાંઇ સોય જેવું ધોમ્યું હોય તહિ એમ લાગે છે. યંત્રની અગાડી આંગળી લઇ જઇએ સારે જે તેજ દેખાય છે તેને વીજળીનો ચમકારો કહે છે. આકાશમાં જ્યારે વીજળી એક વાદળા-માંથી બીજા વાદળામાં જાય છે ત્યારે એવોજ ચમકારો થાય છે તે પ્રમાણે ધણીએ વખત દેખીએ છીએ. તેમજ યંત્રમાં તડતડ અવાજ થયો તેને બદલે આકાશમાં મોટો ગડગડાટ થાય છે.

વીજળી ભરેલા પદાર્થ — ઉપર કહી ગયા કે પોઝીટીવ વીજળી બતાવવાને (+) વત્તાની ને નેગેટીવ વીજળી બતાવવાને (-) ચોઘાની નિશાની કરીએ છીએ તે વાત બરોબર યાદ રાખજો.

વીજળીના યંત્રના છેડાના **અ** ગોળા પાસે સરખી જડાઇની ને એક બીજાને બેસતી આવે એવી બે નળીઓ **બ** અને **ક** મૂકવી. એ નળીઓ કાચના થાંભલા ઉપર બેસાડેલી હોય છે. મરજી હોય તો

આકૃતિ ૫૧ મી.



બં અને ક છૂટી પણ કરી શકાય છે. અને મરજી હોય તો ચિત્રમાં ખતાવ્યા પ્રમાણે એકઠી પણ કરાય છે. હવે ધારો કે યંત્ર ફેરવવાથી અ ગોળામાં પોઝીટીવ વીજળી ભરાય. બં અને ક નળીઓ એકઠી નેડીને અ ગોળા પાસે મૂકી છે તેથી અ માંથી બં છેડામાં વીજળી આવે છે. બં છેડામાં નેગેટીવ અને ક છેડામાં પોઝીટીવ વીજળી એકઠી થાય છે એવું જણાય છે. અમુક પદાર્થમાં ક્રિયા પ્રકારની વીજળી છે એ કેવી રીતે જણાય છે તે પછવાડી કહી ગયા છીએ. આ પ્રમાણે વીજળી ભરેલા પદાર્થની પાસે રહેવાથી બીજા પદાર્થમાં જે વીજળી આવે છે તેને ઇન્ડક્શનથી આવેલી વીજળી કહે છે. મરાઠીમાં એ ને “સાનિધ્ય જનિત” એટલે વીજળીવાળા પદાર્થની પાસે રહેવાથી ઉત્પન્ન થયેલી વીજળી કહે છે.

હવે ક નળીને બં થી છૂટી પાડીને દૂર મૂકીએ અને પછી બં નળીને પણ દૂર લઈ જઈને મૂકીએ. તપાસ કરીશું તો આપણને જણાય છે કે હજી પણ પહેલાંની પેઠે બં નળીમાં નેગેટીવ, અને ક આગળ પોઝીટીવ વીજળી છે. અ ગોળામાંની વીજળી લગીર પણ એકઠી થતી નથી તે છતાં બં અને ક નળીમાં વીજળી ક્યાંથી આવે છે. બીજો કાર્ધ બહારથી તો આવે છે એમ હોય નહિ. બં અને ક નળીમાં પહેલાંથી જ બંને પ્રકારની વીજળી હતી, અને જેવી એ નળીઓ અ ગોળાની પાસે આણી કે તરત તેમાંની બંને જાતની વીજળી છૂટી પડીને જૂદા જૂદા છેડા તરફ જાય છે. અ ગોળામાં પોઝીટીવ વીજળી હોવાથી તે નળીઓની નેગેટીવ વીજળીને આકર્ષણ હરે છે; અને તેથી બં છેડા આગળ નેગેટીવ, ને ક આગળ પોઝીટીવ વીજળી એકઠી થાય છે. પછી નળીઓને છૂટી કરીએ છીએ

તેથી એને એ પ્રમાણે વીજળી છૂટીને છૂટી રહે છે.

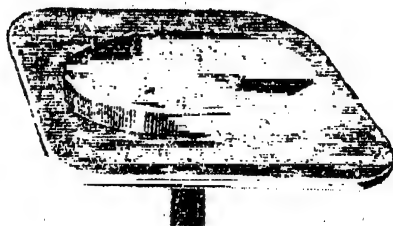
ઉપરના પ્રયોગથી આપણે એ જાણ્યું દરેક પદાર્થમાં જનન-જાતની વીજળી સરખી રહેલી હોય છે. પદાર્થને જો વીજળી બરેલા ખીજ પદાર્થની પાસે મૂકીએ તો તેમાંની વીજળી છૂટી પડે છે. વીજળી બરેલા પદાર્થમાંથી જે જાતની વીજળી આવે છે તેજ જાતની વીજળી બાળા છેડા તરફ એકઠી થાય છે. અને એનાથી જૂદી જાતની વીજળી પદાર્થની તરફના છેડા ઉપર એકઠી થાય છે.

ઇલેક્ટ્રોફોરસ નામનું વીજળી પેદા કરનારું યંત્ર:—

ઇલેક્ટ્રોફોરસ નામનું વીજળી પેદા કરનારું એક બીજું યંત્ર નીચે ની આકૃતિમાં ચિત્રિત છે.

એક દસ, બાર ઈંચ પહોળું ધાતુનું પતરું છે. તેના ઉપર એક નવ દસ ઈંચ પહોળું, રાગ, રખમર, લાખ અથવા ગંધકનું રોટલી જેવું પડ છે. તેના ઉપર પાંચ સાત આઠ ઈંચ પહોળું ધાતુનું પતરું છે.

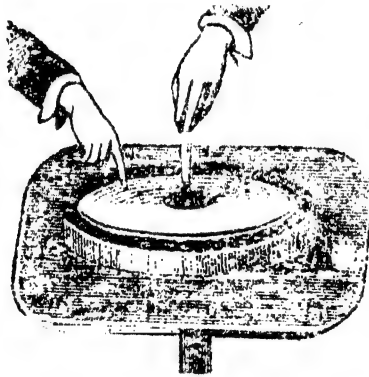
આકૃતિ ૬૨ મી.



આ પતર ઉચકી લેવાય છે અને તેમાં આવેલી વીજળી ની-
કળી ન જાય માટે તેને કાચનો હાથો જડયો હોય છે. હવે એમાં
વીજળી કેવી રીતે ઉત્પન્ન થાય છે તે જોઈએ.

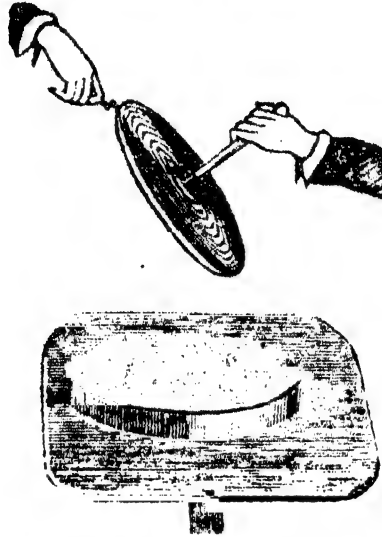
ધસેક્ટોફોરસને તપાવીને સહેજ ગરમ કર્યા પછી કાચનો
હાથો પકડીને ઉપરનું પતર લઈ લેવું. પછીથી લાખના પડ ઉપર
રેશમનો રૂમાલ અથવા ફૂલાલીનના કડકાથી ખુબ ઝાપટવું. એટલે
લાખ ઉપરની વીજળી પેદા થાય છે. પછી પતર પાછું મૂકવું.
એટલે લાખ ઉપરની વીજળી પતરાની અંદરની વીજળીનું પ્રયક્ષરણ

આકૃતિ ૫૩ મી.



કરીને તેની અંદરની બે તરેહની વીજળીને છુટી કરે છે. નેગેટીવ
વાજળી ધક્કે લાઇને પતરાની ઉપરની બાજુએ એકઠી થાય છે; એને
પોઝીટીવ પતરાની નીચલી બાજુએ એકઠી થાય છે. પતર કાચના
હાથો વડે ઉચકીને જો તમારી આંખો એની ઉપરની બાજુ પાસે
લાવો તો તમારી આંખોમાં વીજળીનો તણખો પેસે તો જણાશે અ-
ને તમને લગીર ચટકા લાગશે. પતર લાખ ઉપરથી લઈએ તે વ-
ખત લાખ ઉપરની વીજળી પતરાની જોડે જોડે આવતી નથી.

આકૃતિ ૬૪ મી.



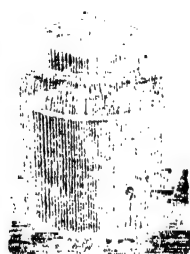
ઉપાડેલા પત્રામાંથી તમારી આંગળીમાં એકવાર વીજળી ધ્યાવ્યા પ-
છી ફરીથી લાખ ઉપર મૂકો. એટલે એમાં ફરીથી વીજળી આવે
છે. એ પ્રમાણે તમે જોટલીવાર પતરૂં લાખ ઉપર મૂકો અને ઉપા-
ડો તેટલી વાર એમને એમ વીજળી નીકળે છે. પતરૂં જમારે લાખ
ઉપર હોય છે સારે લાખ ઉપરની વીજળીથી એની વીજળીનું પ્રય-
ક્તરણ થાય છે. નેગેટીવ વીજળી પતરાની ઉપરની બાજુએ રહે છે.
આ વીજળી આપણી આંગળીમાં યદને જમીનમાં જતી રહે છે.
પતરૂં જેવું ઉચ્ચકયુ' કે એની અંદરની પોઝીટીવ વીજળી આંગળીની
વાટે જમીનની અંદરની નેગેટીવ વીજળીને પોતાની પાસે ખેંચે છે.
આથી પતરામાં બે પ્રકારની વીજળી સરખી થઈ રહે છે. વળી પા-
છું લાખ ઉપર મૂકો એટલે વીજળીનું પ્રયક્તરણ થાય છે એ પ્રમાણે
ગમે તેટલીવાર કરો તોપણ થાય.

• આ યંત્રમાં એકવાર વીજળી ભરીએ એટલે પછી તે આઠ આઠ, દસ દસ દિવસ સુધી રહી શકે છે. હવામાં ભેજ હોય તો બહુ દિવસ નથી રહેતી. તેમજ આંગળીમાં તથ્યખો પથ્થુ ગમે તેટલી વાર નીકળે છે.

લેડનજાર:—એક જાતની કાચની શીશી હોય છે તેમાં જોડાએ તેટલી વીજળી ભરી મૂકાય છે. સને ૧૭૪૬ માં લેડન નામના શહેરમાં એક વિદ્વાને એવી શીશીમાં વીજળી ભરી મૂકાય એ વાત શોધી કાઢી હતી માટે એને એવું નામ આપ્યું છે.

એક કાચના પહોળા મોંના સીસાને અંદર અને બહારથી ક-ભરતું પતરૂં જડી લે છે. શીશાના મોં અગાડીથી કેટલાક ભાગમાં એ

આકૃતિ ૫૫ મી.



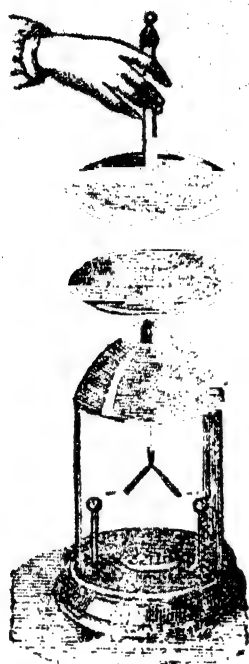
પતરૂં જડતા નથી. બાહરીના મોંમાં લાકડાનો બૂચ હોય છે અને બુચની અંદર કાણું પાડીને તેમાં પીતળનો સળીયો જડી લીધો હોય છે. એ સળીયો શીશીમાં છેક નીચે સુધી ગરે એવો હોય છે. સળીયાની બહારની બાજુને છેડે પીતળના ગોળા જેવો દડો હોય છે.

આ શીશી હાથમાં પકડીને વીજળીના ચંત્રના વીજળી એક-
ડી યંત્રના ભાગ આગળ ધરીએ તો તેમાંથી વીજળી આ શીશી-
માં આવે છે. એ પ્રમાણે આપણી મરજીમાં આવે એટલી ભરી
સકાય છે.

હવામાં ભેજ ન હોય તો ઘણા વખત સુધી વીજળી શીશીમાં
રહી શકે છે. વીજળી ભરતી વખત શીશી હાથમાં લીધી હોય છે
ત્યારે અંદરની વીજળી બહારની પતરા અંદરની વિજળીનું પ્રયત્ન-
રણ કરીને નેગેટીવ વીજળીને પતરાંની માંહેની બાજુએ ખેંચે છે.
અને પોઝીટીવને પતરાની ઉપરની બાજુ ધકેલે છે. એ બહારના ભા-
ગની પોઝીટીવ વીજળી હાથમાં ધમને જમીનમાં જતી રહે છે. આ
પ્રમાણે શીશીની અંદરના પતરા ઉપર પોઝીટીવ અને બહારના પતરા
ઉપર નેગેટીવ વીજળી એકઠી થાય છે.

આ બે જાતની વીજળી એક બીજાની પાસે જવાનું ધણું જોર
કરે છે. પણ આડો કાચ હોવાથી જઈ શકતી નથી. કારણ કે કાચ
એ વિદ્યુત્તરોધક પદાર્થ છે.

આકૃતિ ૫૬ મી.



વીજળીનો વેગ:—શીશીના કાચની જાડાઈ ધણું ધણું તો એક ઇંચનો ફો. હશે, પણ એટલામાં એ વીજળી જમી શકતી નથી. પરંતુ જો વિદ્યુદ્વાહક પદાર્થમાં થઈને જવાનું મળે તો મમે તેટલું દૂર હોય તોપણ વિજળી ઝપાટાગ્રંથિ જાય ! વિદ્યુદ્વાહક પદાર્થ મમે તો સો ગાઉ અથવા હજાર ગાઉ લાંબો હોય તોપણ તેની અંદરથી વીજળી એક ક્ષણમાં દોડીને બીજી વીજળીને મળે છે ? સર આર્લ્સ બ્લીટસ્ટ્રોન નામના વિદ્વાને એક ચુક્રિતથી વિજળીના દોડવાના વેગની મહત્તરી કાઢી છે. એણે એવો અડગ દો કાઢ્યો છે કે જેતાં બાને તાર હોય તો તેમાં વીજળી એક સેકન્ડમાં ૨, ૮૦,૦૦૦ મૈલની ઝડપથી દોડે છે. આ વેગ પ્રકાશની ગતિના વેગ કરતાં પણ ધણોજ વધારે છે. જેટલી ઝડપથી વીજળી તાંબામાં દોડે છે તેટલી

ઝડપથી ખીજા કરતા પદાર્થમાં ટોડતી નથી.

વાજળીનો ધક્કો:—પાંચ સાત માણસો એક ખીજાના હાથ પકડીને ગોળ કુંડાળામાં ઉભા રહે અને એક છેડા ઉપરના માણસના હાથમાં લેડનળર હોય તે ખીજા છેડા ઉપરના માણસના આંગળાં આમળ લાવે તો લેડનળરમાંથી વિજળીનો તણુઓ નીકળીને આંગળાંમાં જાય છે, અને તેજ વખત દરેક માણસને વીજળીનો ધડકો વાગે છે. ઓછી વીજળી હોય તો લગીર ધડકો લાગે છે, પણ જો વધારે હોય તો માણસથી ખમી શકાય નહિ એટલા જોરથી ધક્કો વાગે છે. બહુજ જોરથી ધક્કો વાગે તો વખતે માણસ મરી પણ જાય છે માટે શિક્ષકની મદદ વગર એ પ્રયોગ કરવો નહિ.

જ્યારે લેડનળરમાં વીજળી વધારે એકઠી થઈ ગઈ હોય તો થોડી વીજળી કાઢી નાંખવી પડે છે. એ કામ સારું એક પીતળના તારનું ચીપીઆ જેવું હથિઆર વપરાય છે જડા પીતળના બે સળી-આને પહોળા સાંકડા થાય એવી રીતે જડી લીધા હોય છે, અને તેને બે છેડે બે ગોળ દદા જેવું હોય છે. તારને અડક્યા સિવાય જલાય એ-

આકૃતિ ૫૭ મી.



તે સારૂં બે કાચના હાથા રાખ્યા હોય છે. તે હાથા ઝાલીને પાસેની આકૃતિમાં ચિતર્યા પ્રમાણે એનો એક ગોળ દટો લેડનખરના હાં-કણાની અંદરના સળીઆના દટાને અડકાડે છે. અને બીજો લેડનખરની બહારના કલાઇના પતરાને અડકાડે છે. જ્યારે અંદરની વીજળી બહારના પતરાપર આવેછે અને ત્યાંથી જતી રહે છે.

રસાયનિક વીજળી:—અત્યાર સુધી જે વીજળીની વાત કરી તે ધર્ષણથી પેદા કરીને બરી મૂકલી વિજળીને માટે હતી. એવી વીજળીને એક જગાએ બરી રાખીએ છીએ માટે એને સ્થિર વીજળી પણ કહે છે.

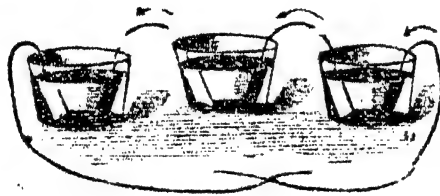
રસાયનિક ક્રિયાથી જે વિજળી ઉત્પન્ન થાયછે તેને રસાયનિક વીજળી કહેછે. આ વીજળીનો પ્રવાહ ચાલુ ને ચાલુ રાખવો પડેછે, માટે એને “ચળિત” વીજળી પણ કહે છે.

વોલ્ટાની વનાવેલી વીજળીની *બેટરી:—આ બેટરીમાં એક કાચના પ્યાલામાં એક જસતનું, અને એક તાંબાનું એવાં બે પતરાં હોયછે. એક પ્યાલાનું જસતનું પતરૂં બીજા પ્યાલાના તાંબાના પતરાને તાંબાના તારથી જોડ્યું હોયછે. એ પ્રમાણે એક જસત ને એક તાંબું એમ પતરાંનાં એવાં જોડકાં બનેછે. જેટલા પ્યાલા રાખવા હોય તે બધામાં એવીજ રીતે પતરાં હોય છે. પહેલા પ્યાલામાંના તાંબાના પતરાને જસતના પતરાની જોડ નથી હોતી અને છેલ્લાની અંદરના જસતના પતરાને તાંબાના પતરાની જોડ નથી હોતી. બે છેડાનાં પતરાંને તાર બાંધ્યા હોયછે તે એક બીજાને અડે એટલા લાંબા

* રસાયનિક વીજળી પેદા કરવાના વાસણને બેટરી કહે છે.

હોય છે. દરેક પ્યાલામાં એક ભાગ ગંધકનો તેજા અને આઠ ભાગ પાણી એટલું મિશ્રણ ભર્યું હોય છે. ઉપર કહી ગયા કે એક છેડે તાંબાનું, તે બીજે છેડે જસતનું પતરું જોડ વગરનું હોય છે. એ બે છેલ્લા પતરાને તાર બાધેલા એક બીજાને અડાડીએ એટલે એ પણ એક જોડકું થઈ રહે છે. જોવા એ બે તારને અડાડ્યા કે છેલ્લા તાંબાના પતરામાંથી નીકળે છેલ્લા જસતના પતરામાં જવા દોડે છે. ત્યારપછી એ જસતમાંથી એજ પ્યાલાના તાંબા પર, પછી પાછા બીજા જસતપર એમ વીજળીનો પ્રવાહ ચાલવા માંડે છે. વીજળીનો પ્ર-

આકૃતિ ૫૮ મી.



વાહ કેણી તરફ ચાલે છે તે પાસેની આકૃતિમાં તીર ચીતરીને બતાવ્યું છે.

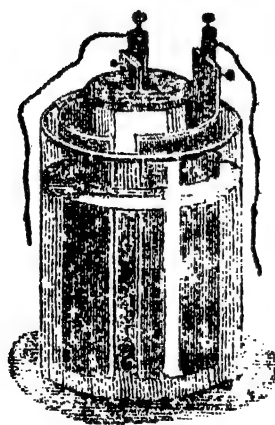
વોલ્ટાની બેટરીનો વીજળીનો પ્રવાહ પહેલ વહેલો તો ધણો જોરાવર હોય છે, પણ પછીથી નબળો પડી જાય છે. જસત જોડે ગંધકનો તેજા અડવાથી એસિડનું પ્રયક્ષરણ થાય છે, અને હૃદ્રોજન નામનો વાયુ પેદા થાય છે. એથી જસત ખરાઈ જાય છે અને તાંબાના પતરાપર હૃદ્રોજનની ઝીણી ઝીણી પરપોટીઓ ચોટી રહે છે. તેથી વીજળી બરાબર ઉત્પન્ન થતી નથી. જેટલા પતરા ઉપર હૃદ્રોજનના પરપોટા વળગી રહ્યા હોય તેટલા ભાગમાં એસિડ કાંઈ

અસર કરી શકતો નથી. એથી વીજળી ઉત્પન્ન થાય નહિ એ ખુલ્લું છે.

ગ્રોવનીબેટરી:—વોલ્ટાની પછી ઘણા વિદ્વાનોએ જૂદી જૂદી જાતની બેટરીઓ બનાવી છે. વીજળીનો પ્રવાહ જાથુ એક સરખોજ વલ્લાં જાય એ હેતુથી કેટલીક જાતની બેટરીઓ બનાવી છે. તેમાં ગ્રોવની બેટરી સાનામાં સારી છે.

આ બેટરીમાં એક પ્યાલાને બદલે પ્યાલામાં બીજા પ્યાલો મૂકેલો હોય છે. બહારનું વાસણ કાંડીનું હોય છે અને તેમાં નરમ ગંધકનો તેજાબ બરે છે એ વાસણમાં જસતનું પતરૂં મૂકે છે. એ પતરાના વાંકમાં બીજું માટીનું લખોટયા વખરનું વાસણ મૂકે છે આ વાસણને લખોટયું નથી હોતું તેથી તેમાંથી બરેલી વસ્તુ થોડી ઝમી જાય છે. એ વાસણમાં નૈટ્રિક એસિડ બરે છે, અને એમાં ષ્વેટિનમ નામની ધાતુનું પતરૂં

આકૃતિ ૫૯ મી.



મૂકે છે. વોલ્ટાની બેટરીમાં જે કામ તાંબાનું પતર કરતું તે આ

બેટરીમાં પ્લેટિનમ કરે છે. જસતનાં પતરાં ઉપર પારો અડવિશે હોય છે. તેથી તે એસિડમાં ખવાઇ જતાં નથી. હવે બેટરીમાં વીજળી શી રીતે ઉત્પન્ન થાય છે તે જોઇએ. ગંધકનો તેજ્ય જસતને અડકે છે તેથી તેનું પ્રયક્ષરણ થઇને તેમાંથી હૈદ્રોજન નામનો વાયુ છુટો પડે છે. આ હૈદ્રોજન વાસણની બહાર નીકળી જતો નથી પરંતુ પેલા મારીના વગર લખોટેલા વાસણમાં જાય છે. અહીં જે નૈટ્રિક એસિડ ભર્યો હોય છે તેનું પૃથક્કરણ કરીને તેમાંના ઓક્સિજનની જોડે પોતે મળી જાય છે અને તેથી પાણી બને છે. નૈટ્રિક એસિડમાંથી આ પ્રમાણે ઓક્સિજન ઓછું થાય છે, અને એ નૈટ્રસ એસિડ બની જાય છે. બેટરીમાંથી સુંધી શકાય નહિ એવો નારંગીયા રંગનો ધુમાડો નીકળે છે તે આ નૈટ્રસ એસિડનો છે.

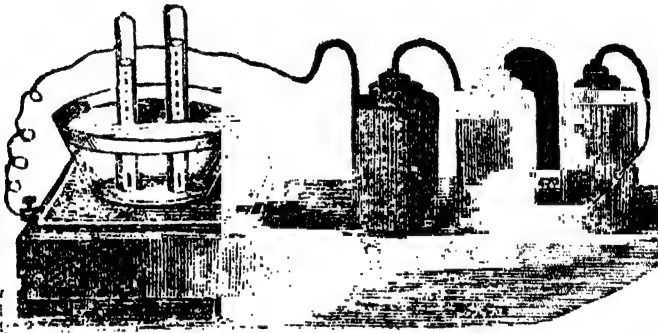
આ પ્રમાણે જસત આગળથી છુટો પડેલો હૈદ્રોજન પ્લેટિનમ આગળ જવા પામતો નથી, અને તેથી આ જાતની બેટરી એક સરળી રીતે પોતાનું કામ કર્યા જાય છે; અને વીજળીનો પ્રવાહ નિરંતર આપ્યા જાય છે. આ વર્ણુન માત્ર એક વાસણનું જ કર્યું છે. મોટી મોટી બેટરીમાં આવાં ૫૦ અથવા ૧૦૦ વાસણો હોય છે. એમાં એકના જસતના પતરાને બીજાના પ્લેટિનામના પતરાને તાંબાના તારથી જોડી દે છે. અને છેક છેલા જસતને બીજા છેડાના છેલા પ્લેટિનમની જોડે જોડવાથી પ્રવાહ ચાલુ થાય છે.

* પતરાને ખુબ સાફ કરવાં, અને ઘોળો ભૂકો કે એવું કાંઈ ઓટચું હોય તે કાઢી નાંખવું. પછી તેને નરમ ગંધકનો તેજ્ય ઓપડીને એના ઉપર પારો ધસવો એટલે પારો ચડી જશે.

વીજળીથી થતા લાભ:—હવે વીજળીના પ્રવાહથી શાં શાં કામ થાય છે તે જોઈએ.

મ. ગ્રાવની બેટરી તૈયાર કરીને તેના બે તાર એકઠા કરો તે જગાએ પ્લેટીનમનો ઝીણો તાર રાખશો તો એ તાર તપીને લાલચોળ થઈ જશે.

આકૃતિ ૬૦ મી.

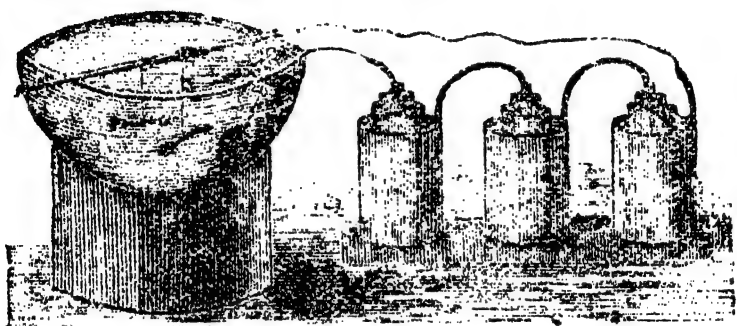


મ. વીજળીના પ્રવાહથી મિશ્ર પદાર્થનું પ્રયક્ષરણ થાય છે, અને તે જે જે મૂળ પદાર્થનો અન્યો હોય તે છુટા પડે છે. પાણી હૃદ્રોજન, અને ઓક્સિજન નામના બે વાયુરૂપી પદાર્થનું બનેલું છે. એ આપણે જાણીએ છીએ. વીજળીના પ્રવાહથી પાણીનું પ્રયક્ષરણ થઈને એ બે વાયુરૂપી પદાર્થ છુટા પડે છે પાસેના ચિત્રમાં બતાવ્યા પ્રમાણે એક કાચના વાસણમાં પાણી ભર્યું હોય છે. વીજળીનો પ્રવાહ જઈ શકે તે સારૂ એ પાણીમાં થોડો ગંધકનો તેજાબ નાંખે છે. એ વાસણને તળીયે પ્લેટીનમનાં બે પાતળાં પતરાં જડી લીધાં હોય છે. એ દરેક પતરા ઉપર અકેકી એસિડવાળું પાણી ભરી નળી ઉંધી પાડી હોય છે. એ પ્લેટીનમના પતરાને બેટરીના બે

તારની જોડે જોડી દે છે. એટલે વીજળીનો પ્રવાહ ચાલવા માંડે છે. નળીની અંદરના પાણીનું પ્રચક્રરણ થઇને જસતની તરફની નળીમાં હિડ્રોજન, અને પ્લેટીનમ તરફ ઓક્સિજન એકઠો થાય છે.

આવી રીતે વીજળીના પ્રવાહથી મિશ્રણનું પ્રચક્રરણ થાય છે. પણ એ યાદ રાખવું કે મિશ્રણ પ્રવાહિ રૂપમાં હોવું જોઈએ.

આકૃતિ ૬૧ મી.



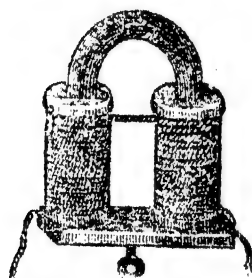
વીજળીના પ્રવાહથી ઢોલ ચઢાવાય છે:—એક કાચના વાસણમાં મોરથુથુનું પાણી ભરીને તેમાં તાંબાના તાર વડે એક લોહાની સાંકળ લટકાવવી. તેની પાસે એને અડે નહિ એ પ્રમાણે બીજા તાર વડે એક તાંબાનું પતર ટાંગવું. વોલ્ટાની બેટરીના તાંબાની તરફના તારને આ તાંબાના પતરાની જોડે, અને જસતની તરફના તારને લોહાની સાંકળની જોડે જોડી દેવો. એમ કર્યું કે વીજળીનો પ્રવાહ ચાલુ થઇને મોરથુથુના પાણીનું પ્રચક્રરણ કરશે. અને મોરથુથુની અંદરનું તાંબું લોહાની સાંકળ ઉપર ચડી જશે. મોરથુથુ તે તાંબુ અને ગંધક બેના મળવાથી બનેલો પદાર્થ છે. મિશ્રણનું તાંબુ જેમ જેમ ધટતું જાય તેમ તેમ તાંબાનું જે પતર આપણે ટાંચ્યું હોય છે તેમાંથી તાંબુ મિશ્રણમાં આવે.

આ રીતે ગમે તે ધાતુ ઉપર ગમે તે ધાતુ ચડી શકે છે. જે ધાતુપર ઢોળ ચડાવવો હોય તે ખુબ ધોધને સાફ કંવી જોઈએ; અને જે ધાતુ ચડાવવી હોય તેનો ખાર પાણીમાં પીગળે એવો જોઈએ. તેમજ જે પદાર્થ ઉપર ઢોળ ચડાવવો હોય તે વિદ્યુત વાહક જોઈએ. જે વિદ્યુતવાહક ન હોય તો તેને સીસાપેનની માંડેલા પ્લંબેગોનો ભૂકો ખુબ મસળે છે. તેથી તે વિદ્યુતવાહક થઈ જાય છે.

વિજળીવૅડે લોહચુંબક વનાવાય છે:—સાદા લોહાની આંદર જે વિજળીનો પ્રવાહ જાય તો તેમાં લોહચુંબકનો ગુણ આવે છે.

તાંબાનો સુતર અથવા રેશમ વીટલો તાર આવે છે તે તારને એક લોહાના ચિત્રમાં બતાવેલા આકારના નાળને ખુબ વી-

આકૃતિ ૬૨ મી.



તારને સુતર અથવા રેશમ વીટણું હોય છે તેથી એ આંટા બીજા આંટાને અડકતો નથી. વીટાજેલા તારના બે છેડા વીજળીની બેટરીના બે છેડાની સાથે જોડી દઈએ કે તરત લોહાના નાળમાં લોહ ચુંબકનો ગુણ આવે છે.

વીજળીનો પ્રવાહ ચાલુ કરવાને તારની જોડે બેટરીના તાર જોડી દઇએ તે પહેલાં એક લોહનો કડકો નાળને અડકાડી જોવો જોવો અડકાડીને તમારા હાથમાંથી મૂકી દેશો કે તરત ભોંયપર પડી જશે. પણ તાર સાંધ્યા પછીથી જો નાળની અગાડે લોહનો કડકો લેઈ જશો તો તે પડી ન જતાં નાળને ચોટી રહેશે. તમે એ ને દસશેર બારશેરનું કાટલું લટકાવશો તો પણ પડી નહિ જાય! જેમ તાર ધણો વીંટાળો હોય છે અને જેમ વીજળીનો પ્રવાહ જમરો હોય છે તેમ તેમ નાળમાં વધારે વધારે લોહચુંબકનો ગુણ આવે છે. તમે જો બેટરીના તારનો સંબંધ તોડી નાંખો તો લટકેલું તરત નીચે પડી જાય!

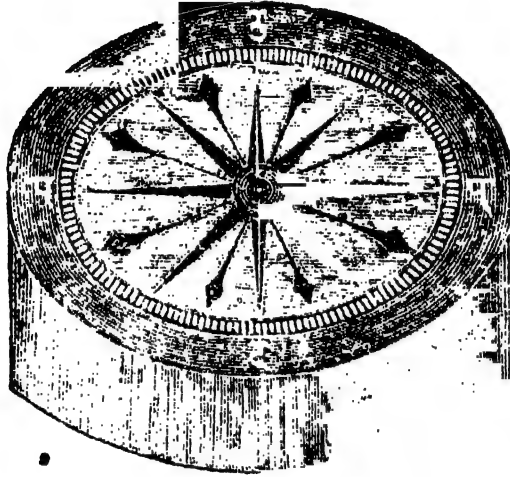
હવે જો લોહનો નાળ કાઢી લઇને તેને બદલે લાકડાનો અથવા બીજા ધાતુનો નાળ મૂકીએ તો પણ તેનામાં લોહચુંબકનો ગુણ આવે છે. ફેર માત્ર એટલોજ કે લોહમાં બહુ આવે છે.

ઉપરના પ્રયોગમાં સાદા લોહને ઠેકાણે જો પોલાદનો નાળ રાખ્યો હોય અને તેમાં કેટલીકવાર વીજળીનો પ્રવાહ જવા દીધો હોય તો પ્રવાહ બંધ કર્યા પછી પણ પેલા નાળમાં લોહચુંબકનો ગુણ આવે છે.

હોકાયંત્ર અથવા ધ્રુવની માછલી:—પોલાદની સોયમાં વીજળીનો પ્રવાહ કેટલીકવાર સૂધી જવા દઇએ તો સોયમાં લોહચુંબકનો ગુણ આવી જાય છે. એ સોયને રેશમને દોરે અધ્ધર લટકાવીએ તો તે ગમે તે દિશામાં ન રહેતાં માત્ર ઉત્તર દક્ષિણ રહે છે. અને જો બીજા કાંઈક ગોઠવણ કરીને ગમે તે બાજુએ સહેલાઈથી

ફરી શકે એવી રીતિમાં રાખીએ તોપણ તે એકની એકજ દિશામાં રહેશે.

આકૃતિ ૬૩ મી.



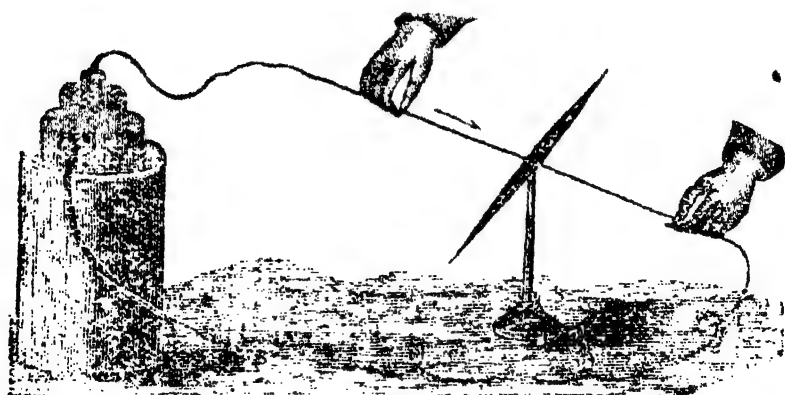
આ ગુણને લીધે આવી સોય વહાણવડી અને મુસાફરોને દિશા જાણવા સારૂ બહુજ ઉપયોગી થઈ પડે છે. એક દાખડીમાં ઝીણી અણીલાળી સોય જડી લાઇને તેના ઉપર લોહચુંબકનો ગુણ ધરાવનારી સોયને રાખે છે. દાખડીની અંદર બધી દિશાઓનાં નામ લખેલો કાગળ ચોડ્યો હોય છે. જે તરફ સોય રહે તેની નીચે ઉત્તર દિશા લાવવાથી બધી દિશા સહેજ જાણી શકાય છે.

તાર:—વીજળીના પ્રવાહથી કેવાં કેવાં કામ કરાય છે તે જાણવાથી માણસને બહુજ લાભ થઈ શકે છે. એક સંદેશો મોકલવાના તારનો દાખલો લો. આગગાડી કેટલી બધી ઝડપથી આવે છે તોપણ

એને અમદાવાદથી મુંબઈ જતાં પંદર કલાક લાગે છે. પહેલાં અમદાવાદથી મુંબઈ જવાને મહિનો મહિનો લાગતો પરંતુ અમદાવાદથી મુંબઈ તારમાં સંદેસો મોકલવો હોય તો એક ક્ષણમાં જઈ શકે છે !! અજ્ઞાન લોકો તારમાં સંદેસો કેવી રીતે જાય છે તેને માટે તરેહવાર વાતો કરે છે. કાંઈતો કહે છે કે તાર પોલો હોય છે, તેમાં કાગળની ઝીણી ચપરફી લખીને જુગળી વાળીને મૂકે છે ને પછી ફૂકે છે એટલે કાગળ ઉડી જાય છે !! આ બધું ખોટું છે ! તાર કેમ જાય છે એટલે સંદેસો કેવી રીતે મોકલાય છે તે હું તમને સમજાવું છું. પણ એ તમને બરોબર સમજાય તે સારૂ નીચેની એક બાબત તમારે જાણવી જોઈએ.

જો વિજળીના પ્રવાહની નીચે હોકાયંત્ર મૂકીએ તો તેની અંદરની ધ્રુવ માછલી પોતાની દિશા મૂકીને પ્રવાહને કાટખૂણે

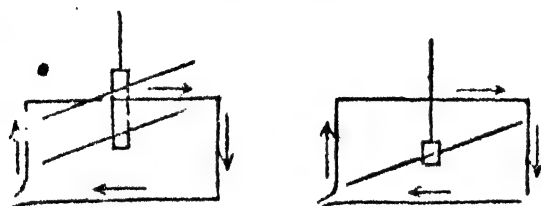
આકૃતિ ૬૪ મી.



યઈ જાય છે. પાસેની આકૃતિમાં જોવાથી માલમ પડશે કે દ ઉતે

તારની દિશા બતાવનારી લીટી છે. ધારો કે એની નીચે લટકાવેલો ધ્રુવ માછલી પશુ ઉત્તર દક્ષિણ તરફ વળેલી છે. હવે જેવો તારમાં વીજળીનો પ્રવાહ ચાલુ થાય કે તુરત સોય ફરી જમને પૂર્વ પશ્ચિમ તરફ ઉભી રહેશે. ધારો કે પ્રવાહ જો દક્ષિણ દિશાથી ઉત્તર તરફ જાય છે તો નીચેની સોય ઉત્તર તરફનું મોં ડાબી તરફ એટલે પશ્ચિમ તરફ ફેરવાને તારને કાટખૂણે ઉભી રહેશે. હવે ધારો કે પ્રવાહ ઉત્તરમાંથી દક્ષિણમાં જાય છે. તે સોય ઉત્તર તરફનું મોં જમણી તરફ એટલે પૂર્વ દિશામાં ફેરવાને કાટખૂણે ઉભી રહેશે. તારમાં જ્યારે પ્રવાહ ન ચાલતો હોય ત્યારે તે ઉત્તર દક્ષિણ રહે છે. પાસેની આ-

આકૃતિ ૬૨ મી.



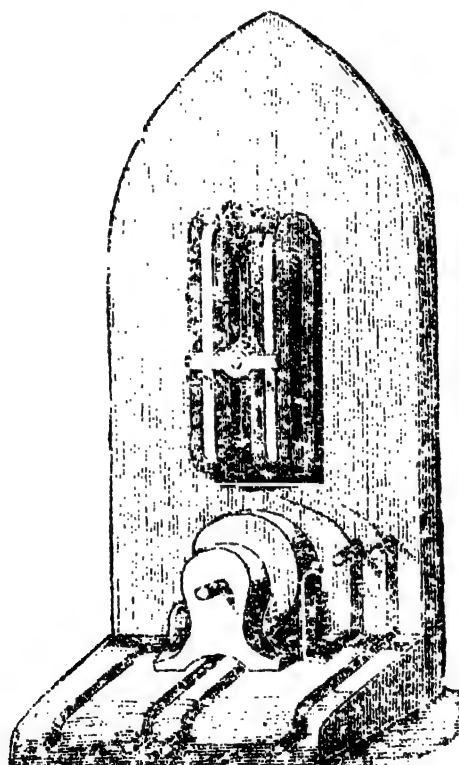
કૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે તારને સોયની ઉપરની બાજુએથી લઇને પાછી નીચેની બાજુ ઉપર પણ લીધો હોય તો તેથી ઉપર લખેલી અસર બહુજ નેરથી થાય છે. જો તારને સોયની તળે ઉપર વધારે આંટા વીંટ્યા હોય તો પછી વીજળીનું જોર ઓછું હોય તોપણ તેનાથી સોય ધણા નેરથી ફરે છે.

પહેલાં કહ્યું છે કે ધાતુના તારમાં વીજળી ધણી નેરથી ચાલે છે. તાંબાના તારમાં એક સેકન્ડમાં એનો વેગ ૨, ૮૦, ૦૦૦ મૈલ છે. સો-

દાતા તારમાં એટલી બધી ઝડપથી નથી જતી પરંતુ અમદાવાદથી કલકત્તે જતાં એને એક સેકન્ડ પણ લાગતી નથી !!

નીચલી આકૃતિમાં સુદેસો મોકલવાના તાર યંત્રમાં કેવી ગોઠવણ છે એ ચીતરી બતાવ્યું છે. ગ્રાવની બેટરીના એક છેડાનો તાર

આકૃતિ ૬૬ મી.

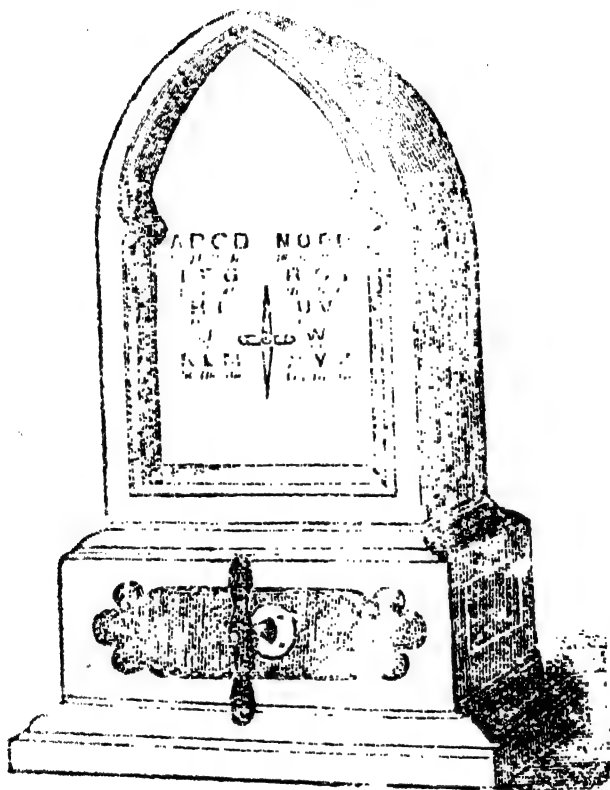


લોહચુંબકનો સોય ઉપર પાંચ પચાસ આંટા દબને પાછો બીજે છેડે સાંધ્યો હોય છે. એક હાથે હોય છે તે વડે મારજી પ્રમાણે

વીજળીનો પ્રવાહ જવા દેવાય છે. મરજી હોય તો ઉપરથી અને મરજી હોય તો નીચેથી પ્રવાહની દિશા બદલાય તો તેજ વખત સોય ડાબા જમણી ફરી જાય છે. આ પ્રયોગ તમે તમારે હાથે પણ કરી શકો. હવે ધારો કે બેટરી અમદાવાદમાં છે અને હોકાયંત્ર કલકત્તામાં છે. અમદાવાદવાળો માણસ જેવો ઉપરના તારમાં પ્રવાહ આવવા દે કે તરત કલકત્તાની માછલી જમણી બાજુએ મોં ફેરવે અને જો નીચલા તારમાં વીજળી જવા દે તો ડાબી તરફ ફેરવે.

હવે તારમાં બીજું કાંઈ બાકી રહ્યું નહિ. માત્ર એવી નિશાની ઠેરવે કે જમણી તરફ મોં ફેરવે તો ક, ડાબી તરફ ફેરવે તો જી, એકવાર જમણીને એકવાર ડાબી એમ ફેરવે તો ગ એટલે થયું. તારમાં ઇંગ્લેજ અક્ષરને માટે નિશાનીઓ ઠરાવી હોય છે, ગુજરાતીને માટે નહિ.

આકૃતિ ૬૭ મી.



વીજળીથી શાં શાં શાં કામ કરાય છે તે તમે જાણ્યા. ધર્મશ્રુ-
થી વીજળી કેમ પેદા કરવી અને એને કેવી રીતે બરી મૂકવી એ
પણ તમે જાણ્યું. દરેક પદાર્થમાં એ પ્રકારની વીજળી હોય છે અને
તેને કોઈ પણ વીજળી ભરેલા પદાર્થની પાસે મૂકીએ તો પદાર્થની
આંદરની વીજળીનું પ્રયત્નશુ યષ્ઠ જાય અને એ જાતની વીજળી
જુદી પડે એ તમે સમજ્યા. તેમજ વીજળીથી પદાર્થમાં આકર્ષણ,

પ્રતિસારણુ, તાપ, તેજ વગેરે ક્ષત્રી રીતે પેદા થાય છે તે તમે જોયું. વીજળીથી મિશ્રણનું પ્રયક્કરણુ કેમ થાય છે, ઢોળ કેમ ચડે છે, લો-
હમાં લોહચુંબકનો ગુણુ ક્ષત્રી રીતે આવે છે તે પણ જોયું. કદી
બગડી ન જાય એવો જથ્થોનો લોહચુંબક ક્ષત્રી રીતે અને શીનો બ-
નાવવો તે પણ તમને આવડ્યું.

કોઈ તમને કહે કે તારની જીંગળીમાં કાગળ વાળીને ડુકે છે
તો તમે નહિ માનો એવી મારી ખાતરી છે. કેમકે તારમાં સદેસો
ક્ષત્રી રીતે મોકલાય છે તે તમને બરાબર સમજાવ્યું છે.

પુનરાવર્તન:—આ પુસ્તક ધણું નાનું હોવાના સમજાથી
આ મનોરંજક અને ઉપયોગી વિષયનું વધારે વર્ણન કરી શક્યા
નથી. પદાર્થનાં જૂદી જૂદી જાતનાં કેવાં રૂપ હોય છે તે તમને કહી
ગયા. ગતિશીળા પદાર્થની શક્તિ, અને તેમનાથી થતાં કામ વિશે
તમને સમજણુ પાડી. તેમજ ગરમ થયેલા પદાર્થ વિશે અને પ્રકા-
શ વિશે પણ તમને થોડું થોડું કહ્યું. તે પછી વીજળીના પ્રવાહ
વડે કેવા કેવા ચમત્કાર થઈ શકે છે તે સંખ્યા તમને થોડી વાત
કરી. આ રીતે સઘળી જાતના પદાર્થમાં કેઈ કેઈ જાતની શક્તિ
હોય છે, અને તે વડે કેવાં કેવાં કામ થઈ શકે છે તે સંખ્યા થોડું
થોડું આપણે જાણ્યું.

આ પુસ્તક તમારે બરાબર વાંચવું અને તે ઉપર વિચાર ક-
રવો. આમાં જે પ્રયોગો પોતાની જાતે કરી જોવાના કહ્યા છે તે
કરી જોશો તો તમને સમજશે કે પદાર્થ ધનરૂપમાંથી પ્રવાહિરૂપમાં
અને પ્રવાહિરૂપમાંથી વાયુરૂપમાં આવે છે પણ તેનો કોઈ દિવસ

નાશ થતો નથી. એજ પ્રમાણે પદાર્થમાં રહેલી કર્તૃત્વ શક્તિનો પણ નાશ થતો નથી. પદાર્થની પેઠે કર્તૃત્વશક્તિનું પણ રૂપાંતર થાય છે. એટલે ગતિમાંથી કંપ, લહેરો, ગરમી, તેજ, તેમજ વીજળી પણ ઉત્પન્ન થાય છે. કર્તૃત્વશક્તિના આ દરેક રૂપવડે પદાર્થની અંદર કાંઈક કાંઈ પણ કામ થાય છે. આમ જોતાં પદાર્થ જેમ જૂદે જૂદે રૂપે નાશ થયા વગર જગતમાં રહે છે તેમ કર્તૃત્વશક્તિ પણ જૂદે જૂદે રૂપે આ જગતમાં મહાત્મ્યાં કરે છે !



યાદ રાખવા જેવી બાબતો.

૧. એક એવાડુપોષક પૌંડના ૭૦૦૦ ગ્રેન હોયછે અને તે લગભગ ૪૦ રૂપિઆ ભારના શેર જેટલો છે.
૨. એક તોલાના ૧૮૮ ગ્રેન.
૩. હાથમાંથી પથરા નીચે ફેંકીએ તો તે એક સેકન્ડમાં ૧૬ ફીટ નીચે જાયછે.
૪. પોલાદ સૌથી વધારે મજબૂત ધાતુ છે. હીરાથી ખીજે કોઈ પણ પદાર્થ સખત નથી.
૫. એક ધનઈંચ પાણીનું વજન સુમારે ૨૫૨ ગ્રેન થાયછે.
૬. સો ધનઈંચ હવાનું વજન ૩૧ ગ્રેન હોયછે.
૭. સો ધનઈંચ હેટોજનનું વજન ૨ ગ્રેન હોયછે.
૮. જીવાનું દર સેકન્ડમાં ૧૧૦૦ ફીટ જાયછે.
૯. પ્રકાશ દર સેકન્ડમાં ૧૮૦૦૦૦ મૈલ ચાલેછે.
૧૦. તાંબાના તારમાં વીજળી દર સેકન્ડમાં ૨૮૦૦૦૦ મૈલ ચાલેછે.

યંત્ર વગેરે સામાનની તજવીજ રાખવાની

શિક્ષકન સૂત્રા.

ભાષણ કરતી વખત જે જે યંત્ર અને સામાનની જરૂર હોય તે તે કાઢીને ટેબલ ઉપર આપણી આગળ મૂકી રાખવું. જે જે પ્રયોગ કરી બતાવવાના હોય તે તે પ્રયોગ પહેલાંથી કરી જોવા, ની કર જરૂર વખતે એવી નજીવી વાતને માટે આખો પ્રયોગ બગડે છે. બહાર કાઢેલાં સામાન પાછો સાફ કરાવીને અંદર મૂકાવવો.

વાયુશોષક, વાતપૂરક છત્વાદિ યંત્ર બરાબર ચાલે છે કે નહિ તે જોવું. સખત થઇ જાય તો તેને મીણને તેલ ચોપડવું. એના ઉપર મૂકવાનાં કાચનાં વાસણુ બરાબર ચોખ્ખાં ડાઘા ડુધી વગરનાં રાખવાં. તેમજ ચોંટાડતી વખત તેને મીણ અને તેલ બરાબર ચોંટાડવું, જ્યાં એમાંની હવા જઈ શકે નહિ.

પારા ઉપર મેલની પોપડી બાઝી જાય છે. એમ થાય ત્યારે એક પ્રોટિંગ પેપર એટલે શાહી ચૂંચી લેનારો કાગળ લઈ એને દીઝાની પેઠે વાળીને શંકુ આકારની ગળણી કરવી, અને એમાં ટાંકણીથી કાણું કરીને પછી કાચની ગળણીમાં મૂકીને તેમાં પારા રેડવો. જ્યાં પારા નીચે મૂકેલા વાસણમાં પડશે અને મેલ કાગળમાં રહી જશે. પારાને બીજા ધાતુનો સ્પર્શ ન થવા દેવો.

બેટરીનાં જસતનાં પતરાંને અગાડી કાઢવું છે તેમ પારા અડાવેલોજ રાખવો.

વીજળી પેદા કરવાનાં કાચનાં યંત્રોને પ્રયોગ કર્યા પહેલાં ગરમ કરવાં. શેક વધારે થાય તો કાચ ફૂટી જાય તેમજ એક જગ્યાએ

વધારે શેકાય તોપણ ફૂટી જાય. જે બાજતપર ધ્યાન આપવું. વી-
જળીના પ્રયોગ બેજવાળી હવા હોય ત્યારે ન કરવા.

બેટરીનું કામ થઇ રહ્યા બાદ તેને એસિડ કાઢી લઇને પાણી-
માં બીજવી રાખવી, અને પછી બરોબર સાફ કરાંને મૂકી છાંડવી.
તેમજ તાંબાના તાર હોય તેના છેડા કાઢ વગરના ચળકતા રાખવા.

બધો સામાન સારી શોભાયમાન જોડવણીથી કપાટમાં રાખવો,
અને કોઈ અનાડી માણસ બાજે નહિ એની ફિકર રાખવી.

હંયા નંબરના છોકરાને આ કામમાં માહીત કર્યો હોય તો
એથી શિક્ષકને ધણી મદદ મળે છે.



